

Universitat de Lleida
Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agrària

TRABAJO FINAL DE GRADO

NUEVAS MEDIDAS RADIOGRÁFICAS PARA DETECTAR INCREMENTOS DE TAMAÑO DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO EN PERROS.

Doble titulación: Grado en Veterinaria y Grado en Ciencia y Producción Animal

Autora: Maria Pasqual Olivé

Tutor: Xavier Sànchez Salguero

Departamento de Ciencia Animal

RESUMEN

El Vertebral Heart Size (VHS) es un método para medir el tamaño del corazón canino en radiografías, partiendo de la base que existe una buena correlación entre el tamaño del corazón y la longitud del cuerpo, independientemente de la conformación del tórax. El VHS consiste en valorar si presenta cardiomegalia, monitorizar la progresión de la cardiomegalia y respuesta al tratamiento, realizando radiografías seriadas, y también es un método que puede predecir un fallo cardíaco congestivo.

En este estudio retrospectivo se han evaluado 52 radiografías laterales de perros, con el propósito de describir nuevas medidas radiográficas para poder detectar o descartar cardiomegalia del ventrículo izquierdo. En primer lugar, se traza el VHS y posteriormente se incorporan las tres nuevas mediciones. Estas, se basan en determinar la longitud del ventrículo izquierdo en diferentes ángulos respecto al short axis. La primera forma un ángulo de 45° respecto al short axis (BVI45), la segunda forma un ángulo de 70° (MRVI70) y la última forma un ángulo de 90° (LVI90), que corresponde a la parte inferior del long axis.

La media del VHS en las radiografías laterales ha resultado $10,76 \pm 0,81v$ con un rango de 8,8–12,5v. En el 61,54 % de los perros, el VHS fue $\geq 10,5v$, que se sugirió como el límite superior normal para el tamaño del corazón. En el grupo A, perros sin cardiomegalia, las medias con desviación estándar de las nuevas medidas radiográficas han sido: LVI90 $3,60 \pm 0,32v$, MRVI70 $2,52 \pm 0,24v$ y BVI45 $1,77 \pm 0,28v$. Las medias del grupo B, perros con cardiomegalia, de las nuevas medidas radiográficas propuestas han sido: LVI90 $4,03 \pm 0,43v$, MRVI70 $2,92 \pm 0,37v$, BVI45 $2,07 \pm 0,29v$.

Con la valoración de los resultados, estas nuevas medidas radiográficas podrían ser útiles para valorar cardiomegalia del ventrículo izquierdo, entre ellas destaca la medida BVI45, porque proporciona una sensibilidad del 78% y una especificidad del 75%.

RESUM

El Vertebral Heart Size (VHS) és un mètode per mesurar la mida del cor caní en radiografies, prenent com a base que existeix una bona correlació entre la mida del cor i la longitud del cos, independentment de la conformació del tòrax. El VHS consisteix a valorar si presenta cardiomegàlia, monitorar la progressió de la cardiomegàlia i la resposta al tractament, realitzant radiografies seriades, i també és un mètode que pot predir un fallo cardíac congestiu.

En aquest estudi retrospectiu s'han avaluat 52 radiografies laterals de gossos, amb el propòsit de descriure noves mesures radiogràfiques per poder detectar o descartar cardiomegàlia del ventricle esquerre. En primer lloc, es traça el VHS i posteriorment s'incorporen les tres noves mesures. Aquestes, es basen a determinar la longitud del ventricle esquerre en diferents angles respecte al short axis. La primera forma un angle de 45° respecte al short axis (BVI45), la segona forma un angle de 70° (MRVI70) i l'última forma un angle de 90° (LVI90), que correspon a la part inferior del long axis.

La mitja del VHS en les radiografies laterals ha resultat $10,76 \pm 0,81v$ amb un rang de 8,8–12,5v. En el 61,54 % dels gossos, el VHS va ser $\geq 10,5v$, que es va suggerir com a límit superior normal per la mida del cor. En el grup A, gossos sense cardiomegàlia, les mitges amb desviació estàndard de les noves mesures radiogràfiques han sigut: LVI90 $3,60 \pm 0,32v$, MRVI70 $2,52 \pm 0,24v$ i BVI45 $1,77 \pm 0,28v$. Les mitges del grup B, gossos amb cardiomegàlia, de les noves mesures radiogràfiques proposades han estat: LVI90 $4,03 \pm 0,43v$, MRVI70 $2,92 \pm 0,37v$ i BVI45 $2,07 \pm 0,29v$.

Amb la valoració dels resultats, aquestes noves mesures radiogràfiques podrien ser útils per valorar cardiomegàlia del ventricle esquerre, entre elles destaca la mesura BVI45, perquè proporciona una sensibilitat del 78% i una especificitat del 75%.

SUMMARY

Vertebral Heart Size (VHS) is a method for measuring canine heart size in radiographs was developed on the basis that there is a good correlation between heart size and body length of the body, regardless of the conformation of the thorax. The VHS consists in assessing whether there is presence or absence of cardiomegaly, monitoring the progression of cardiomegaly and its response to treatment, performing serial radiographs, and it is also a method that can predict congestive heart failure.

In this retrospective study, 52 lateral radiographs of dogs have been evaluated with the purpose of describing new radiographic measurements either to detect or rule out left ventricular cardiomegaly. First of all, VHS is plotted and finally the three new measurements are incorporated. Those are based on determining the length of the left ventricle at different angles in respect of the short axis. The first one forms an angle of 45° in respect of the short axis (BVI45), the second one forms an angle of 70° (MRVI70) and the last one forms an angle of 90° (LVI90), which corresponds to the lower part of the long axis.

The mean of VHS on lateral radiographs has been $10.76 \pm 0.81v$ with a range of 8.8-12.5v. In 61.54% of the dogs, the VHS was $\geq 10.5v$, which was suggested as the normal upper limit for the size of the heart. In group A, dogs without cardiomegaly whose the means with standard deviation of the new radiographic measurements were: LVI90 $3.60 \pm 0.32v$, MRVI70 $2.52 \pm 0.24v$ and BVI45 $1.77 \pm 0.28v$. The means of group B, dogs with cardiomegaly, proposed new radiographic measures were: LVI90 $4.03 \pm 0.43v$, MRVI70 $2.92 \pm 0.37v$, BVI45 $2.07 \pm 0.29v$.

Having evaluated the results, these new radiographic measurements could be useful for measuring cardiomegaly of the left ventricle, among them BVI45 highlights, because it provides a sensitivity of 78% and a specificity of 75%.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 ANATOMÍA CARDÍACA.....	6
1.2 LA RADIOLOGÍA TORÁCICA EN PERROS.....	10
1.3 CRITERIOS RADIOGRÁFICOS SUBJETIVOS PARA VALORAR CARDIOMEGALIA ..	12
1.4 VERTEBRAL HEART SIZE (VHS)	15
1.5 PATOLOGÍAS CARDÍACAS MÁS COMUNES QUE AFECTAN AL VENTRÍCULO IZQUIERDO	22
1.5.1 PATOLOGÍAS CARDÍACAS ADQUIRIDAS:.....	23
1.5.2 PATOLOGÍAS CARDÍACAS CONGÉNITAS:.....	27
1.6 SIGNOS RADIOGRÁFICOS DE INCREMENTO DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO.....	32
1.7 NUEVAS MEDIDAS RADIOGRÁFICAS PARA DETECTAR CARDIOMEGALIA EN EL VENTRÍCULO IZQUIERDO	33
2. OBJETIVOS	35
3. MATERIALES Y MÉTODOS	36
A. ANIMALES Y SU DISTRIBUCIÓN	36
B. LAS RADIOGRAFÍAS	37
1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	37
2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	37
C. NUEVAS MEDIDAS RADIOGRÁFICAS PARA DETECTAR AUMENTO DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO	37
D. MÉTODO ESTADÍSTICO	40
4. RESULTADOS.....	41
5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	46
6. DISCUSIÓN	47
7. CONCLUSIONES	49
8. BIBLIOGRAFÍA.....	50



1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANATOMÍA CARDÍACA

El corazón es un órgano hueco de cuatro cámaras, compuesto principalmente por músculo cardíaco (miocardio) y con conformación cónica. Es el componente central del sistema cardiovascular, que trabaja como una bomba aspirante e impelente del torrente sanguíneo. Se localiza en el mediastino medio ventral, en la parte izquierda, entre la tercera y séptima costilla, con orientación oblicua. Está revestido por el saco seroso de doble pared, el saco pericárdico. (König & Liebich, 2011)

MORFOLOGÍA EXTERNA Y COMPARTIMENTOS CARDÍACOS

El corazón se divide internamente, desde un punto de vista funcional en dos mitades: la mitad arterial izquierda, con sangre oxigenada, y la mitad venosa derecha, con sangre no oxigenada, cada una de las cuales contiene dos cámaras, una cámara previa o atrio cardíaco y una cámara principal o ventrículo del corazón. La separación entre las ambas mitades se produce por la presencia de dos septos: interatrial e interventricular.

La comunicación entre atrios y ventrículos se produce a través de los orificios atrioventriculares derecho e izquierdo respectivamente, donde se sitúan las válvulas atrioventriculares derecha o tricúspide e izquierda, mitral. También se disponen válvulas en los segmentos iniciales de los grandes vasos arteriales, las válvulas semilunares aórtica y pulmonar.

Los atrios se localizan en la base del corazón y rodean con sus aurículas cardíacas la parte inicial de la aorta y el tronco pulmonar. El corazón hacia el ápex tiene forma cónica y se presenta en ambos lados aplanado, en correspondencia con la forma del tórax. El borde craneal de los animales jóvenes está en relación con el timo. El borde caudal se apoya sobre el diafragma.

La superficie derecha presenta desde el surco coronario hasta la punta del corazón el trayecto del surco interventricular subsinusal.

En la superficie izquierda transcurre desde el surco coronario hasta el tercio distal del borde craneal el surco interventricular paraconal. Este surco marca sobre la pared externa del corazón la posición del septo interventricular. Sobre el lado izquierdo del corazón son visibles ambas aurículas, así como el tronco pulmonar y la aorta; sobre el lado derecho pueden verse las grandes venas y los atrios.

En la corona del corazón discurren los vasos coronarios, en parte o en su totalidad recubiertos por grasa subepicárdica. El surco coronario señala la posición del aparato valvular del corazón y el plano imaginario situado a este nivel se llama plano valvular (König & Liebich, 2011).

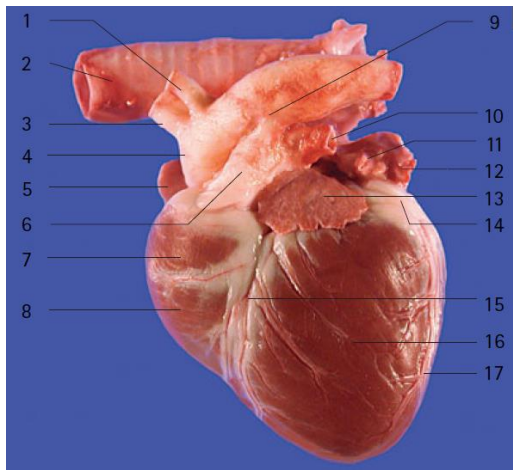
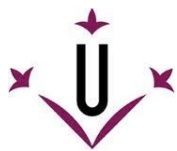


Figura 1: Vista externa desde la izquierda, del corazón canino.
Fuente: (Ware, 2011).

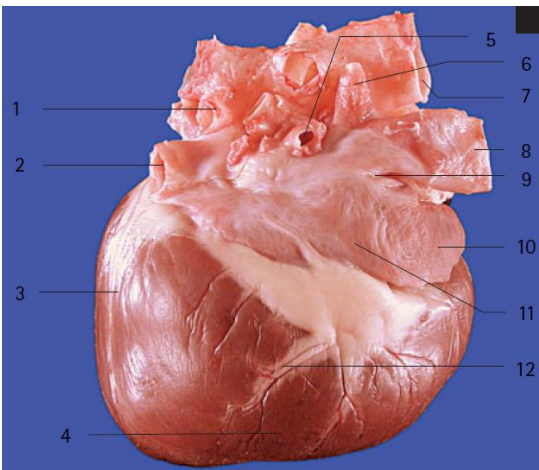


Figura 2: Vista externa desde la derecha, del corazón canino.
Fuente: (Ware, 2011).

a = arteria; v = vena; I = izquierda; D = derecha.	
1. a. Subclavia I. 2. Tráquea 3. Tronco braquiocefálico 4. Aorta 5. Aurícula D. 6. Tronco pulmonar 7. Cono arterioso 8. Ventrículo D. 9. Ligamento arterioso 10. a. Pulmonar I. 11. v. Pulmonar 12. Atrio I. 13. Aurícula I. 14. Surco coronario (con la rama circunfleja de la a. coronaria I.) 15. Rama craneal interventricular (paraconal) de la a. Coronaria I. 16. Ventrículo I. 17. Rama caudal interventricular (subsinsual) de la a. Coronaria I.	1. Ostium v. Pulmonar 2. Vena Cava caudal 3. Surco caudal interventricular (subsinsual) 4. Ventrículo D. 5. a. Pulmonar D. 6. v. Ácigos 7. Tráquea 8. Vena Cava craneal 9. Región del nodo sinoatrial 10. Aurícula D. 11. atrio D. 12. Ramas de la a. coronaria D.

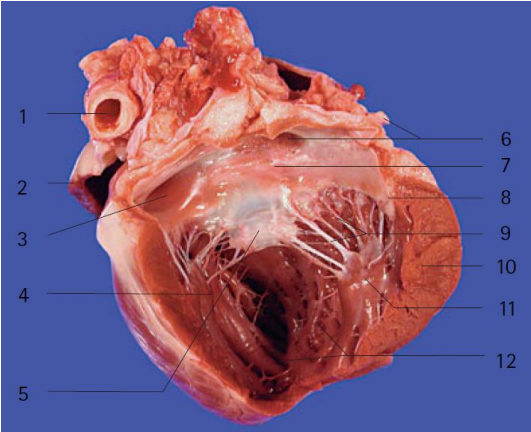


Figura 3: Tracto de entrada del ventrículo izquierdo, corazón canino.
Fuente: (Ware, 2011).

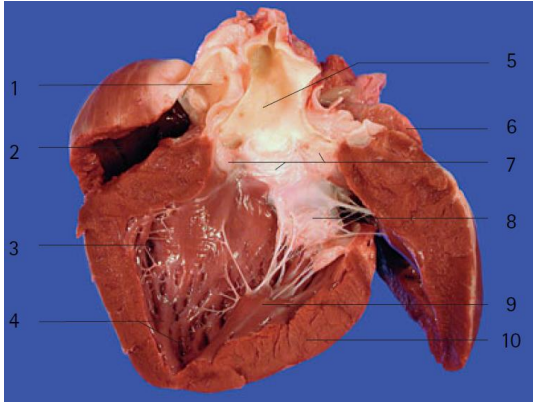


Figura 4: Tracto de salida del ventrículo izquierdo, corazón canino.
Fuente: (Ware, 2011).

I = izquierda; D = derecha. m= musculo; v= vena.	
1. Aorta descendiente 2. Pared ventricular D. (cortada) 3. Aurícula I. 4. m. papilares ventrales (subauricular) 5. Cúspide mitral septal (anterior) 6. v. Pulmonar 7. Septum interatrial 8. Cúspide mitral parietal (posterior) (cortada) 9. Cuerdas tendinosas 10. Pared libre ventricular I. 11. m. papilares dorsales (subatrial) 12. Trabéculas carnosas	1. Tronco pulmonar 2. Región de salida del ventrículo D. (cono) 3. Septum interventricular 4. Trabéculas carnosas 5. Aorta ascendente 6. Aurícula I. 7. Cúspides de las válvulas aórticas 8. Cúspide mitral septal (anterior) 9. M. papilar dorsal (subatrial) 10. Ventrículo I.

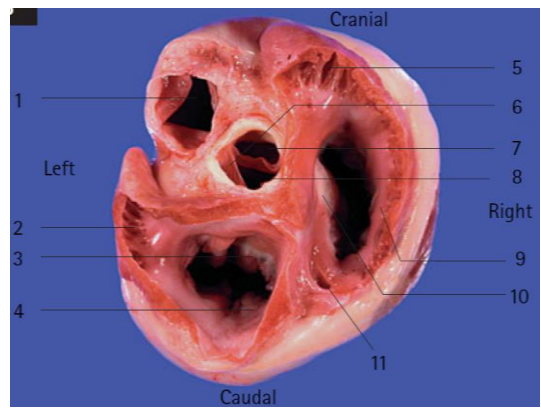
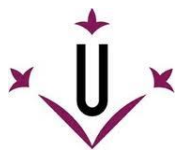


Figura 5: Vista dorsal que muestra la orientación de las válvulas cardíacas del corazón canino.
Fuente: (Ware, 2011).

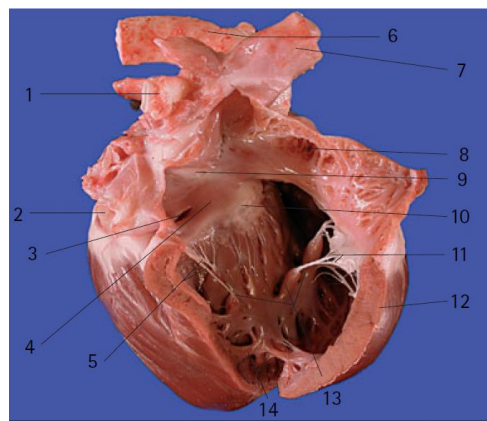


Figura 6: Tracto de entrada del ventrículo derecho, corazón canino.
Fuente: (Ware, 2011).

<p>I = izquierda; D = derecha.</p> <p>1. Válvula pulmonar 2. mm pectíneos en la aurícula I. 3. Válvula mitral: valva septal (anterior) 4. Válvula mitral: valva parietal (posterior) 5. mm pectíneos en aurícula D. 6. Válvula aortica: cúspide izquierda 7. Válvula aortica: cúspide derecha 8. Cúspide caudal (no coronaria) 9. Válvula tricúspide: valva parietal 10. Válvula tricúspide: valva septal 11. Seno coronario</p>	<p>D = derecha, mm= músculos.</p> <p>1. a. pulmonar D. 2. Vena Cava caudal 3. Seno coronario 4. Región del nodo atrioventricular 5. Cuerdas tendinosas 6. Aorta 7. Vena cava craneal 8. Aurícula D. 9. Tabique interatrial 10. Valva tricúspide septal. 11. Valva tricúspide parietal (cortada) 12. Pared libre del ventrículo D. 13. mm papilares 14. Trabéculas carnosas</p>
---	--

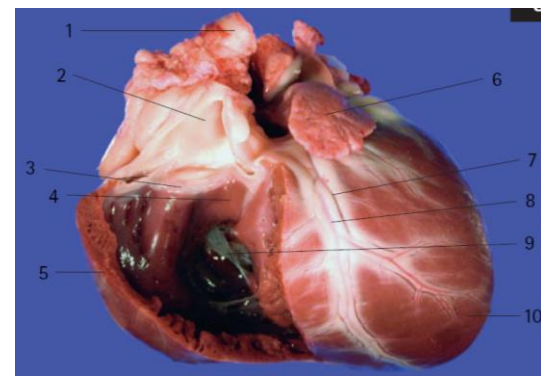


Figura 7: Tracto de salida del ventrículo derecho, corazón canino.
Fuente: (Ware, 2011).

<p>a = arteria; v = vena; I = izquierda; D = derecha.</p> <p>1. Aorta 2. Tronco pulmonar (a. pulmonar principal) 3. Válvula pulmonar 4. Cresta supraventricular 5. Ventrículo D. 6. Aurícula I. 7. Gran vena coronaria 8. Rama craneal interventricular de la a. coronaria I. en el surco interventricular craneal (paraconal) 9. Válvula tricúspide 10. Ventrículo I.</p>
--



CÁMARAS CARDÍACAS:

Atrio derecho: En el atrio derecho desembocan las venas cavas y el seno coronario (es la desembocadura de las venas cardíacas). En el septo interauricular, se encuentra la fosa oval, resto del agujero oval, que estuvo abierta durante el periodo fetal.

Atrio izquierdo: Recibe la sangre oxigenada de las venas pulmonares.

Los ventrículos del corazón son las cámaras cardíacas ventriculares que representan la porción principal del corazón. La separación entre los atrios y ventrículos es visible externamente a nivel de surco coronario.

Ventrículo derecho: Tiene forma de media luna y se sitúa cranealmente el ventrículo izquierdo.

A través del orificio atrioventricular, el ventrículo derecho recibe la sangre venosa desde el atrio derecho y la bombea hacia el tronco pulmonar y los pulmones. En el orificio atrioventricular se localizan la valva tricúspide, esta está fijada por las cuerdas tendinosas a los músculos papilares

Ventrículo izquierdo: Este ventrículo está comunicado con el atrio izquierdo a través del orificio atrioventricular izquierdo o válvula mitral. El ventrículo izquierdo se extiende hacia el ápex cardíaco. Se conforma de una pared significativamente más gruesa que lo de ventrículo derecho, aunque volumen de ambas cámaras es similar. Este ventrículo envía la sangre oxigenada al resto del cuerpo a partir de la aorta. (König & Liebich, 2011)

PAREDES CARDÍACAS:

La pared del corazón consta de tres capas:

Endocardio: es una capa fina y plana, que recubre todo el espacio interior del corazón, reviste las válvulas cardíacas, y continua con la túnica íntima de los vasos sanguíneos.

Miocardio: es la capa muscular del corazón, está formado por musculatura estriada y está controlado por el sistema nervioso autónomo.

Epicardio: Recubre externamente, como una capa plana y delgada, la pared del corazón.

VÁLVULAS CARDÍACAS

Las válvulas atrioventriculares se mantienen en su posición por la presencia del esqueleto cardíaco, que se dispone en el plano coronario reforzando también los tabiques musculares como anillos fibrosos y trígonos fibrosos. Los anillos fibrosos atrioventriculares refuerzan los orificios atrioventriculares y los anillos fibrosos arteriales mantienen el vínculo de las arterias aorta y pulmonar con el miocardio.

Los trígonos fibrosos completan el mecanismo de fijación de las válvulas. Son dos triángulos tendinosos que se localizan entre los anillos atrioventriculares y el anillo aórtico. Contiguo al anillo aórtico los trígonos forman dos cartílagos (cartílagos del corazón) (König & Liebich, 2011).



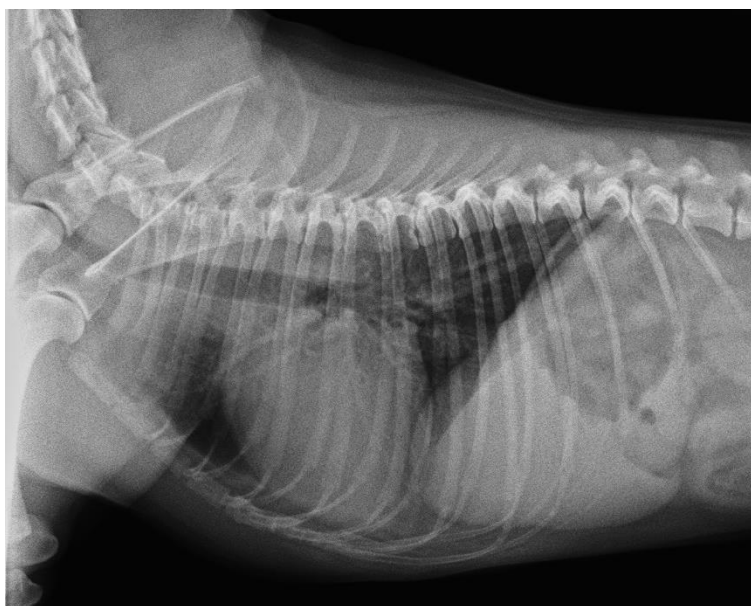
1.2 LA RADIOLOGÍA TORÁCICA EN PERROS

La radiología torácica es una de las técnicas que permite la valoración anatómica del corazón y de los grandes vasos es la radiología. La radiología torácica es la que más se emplea para evaluar si existen patologías torácicas y sistémicas. Las funciones principales de la obtención de radiografías torácicas son: evaluación de la severidad de la cardiopatía, monitorizar la enfermedad cardíaca y evaluar el efecto del tratamiento y finalmente facilitar la diferenciación entre enfermedad cardíaca o respiratoria.

Los principales beneficios de la utilización de este método diagnóstico son: la eficiencia de coste-tiempo, empleo de equipos asequibles los cuales son fáciles de utilizar, mayoritariamente no requiere de anestesia general, es una técnica no invasiva y causa relativamente poco estrés al paciente. El mayor inconveniente que se halla en la radiología es la radiación que transmite.

Para la realización de las radiografías torácicas laterales el paciente se debe colocar en decúbito lateral derecho o izquierdo, debe realizarse la extensión craneal de las extremidades anteriores y en posición normal o un poco extendidas las extremidades posteriores. La cabeza y el cuello se deben colocar de forma fisiológica con una leve extensión. El haz de los rayos X se debe dirigir al centro del tórax y la colimación debe incluir dorsalmente toda la columna vertebral torácica, cranealmente la entrada torácica, ventralmente integrar el esternón y caudalmente debe englobar todo el diafragma. (Morgan, Doval, & Samii, 2004).

Para poder obtener una buena radiografía torácica, se debe realizar cuando el animal se encuentra en fase inspiratoria.



*Figura 8: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro.
Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.*

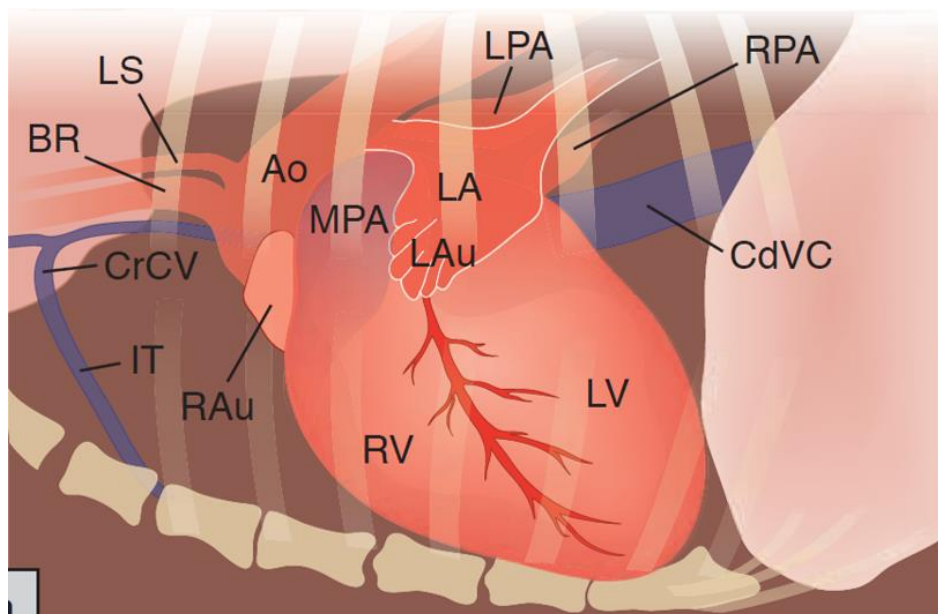


Figura 9: Partes del corazón de un perro en una radiografía torácica.

Fuente: (Suter, 1984; Holloway & McConnell, 2016).

Ao = Arco aórtico. BR = Tronco braquiocefálico. CdVC = Vena cava caudal. CrVC = Vena cava craneal. IT = Venas y arterias torácicas internas. LA = Atrio izquierdo. LAu = apéndice auricular izquierdo. LPA = Arteria pulmonar izquierda. LS = Arteria subclavia izquierda. LV = Ventrículo izquierdo. MPA = Arteria pulmonar principal. RA = Atrio derecho. RAu = Apéndice auricular derecho. RPA = Arteria pulmonar derecha. RV = Ventrículo derecho.

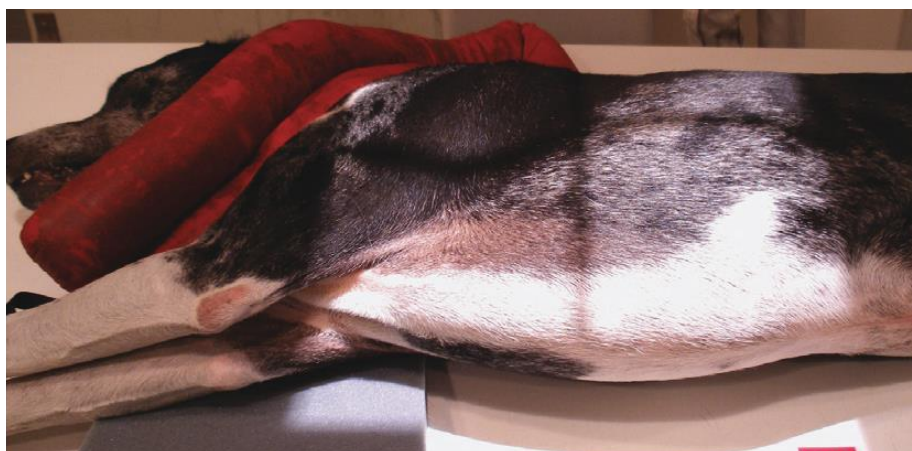


Figura 10: Colocación decúbito lateral del perro, para poder realizar una radiografía torácica.

Fuente: (Mauragis & Berry, 2011).



1.3 CRITERIOS RADIOGRÁFICOS SUBJETIVOS PARA VALORAR CARDIOMEGALIA

A continuación, se detallan algunos métodos para valorar en una radiografía torácica lateral, si existe o no cardiomegalia en el perro el cual se le está realizando un examen diagnóstico.

1. ESPACIOS INTERCOSTALES.

Esta evaluación radiográfica mide la amplitud del corazón y detalla la cantidad de espacios intercostales que mide la anchura del corazón.

Para llevar a cabo esta medición se debe trazar una línea que describa la amplitud del corazón, en el punto más ancho del órgano (línea azul de la imagen 11). Seguidamente se numeran la cantidad de espacios intercostales que ocupa el órgano (línea roja de la imagen 11) y se comparan con los rangos establecidos sobre las medidas estándares del corazón.

La anchura (dimensión craneocaudal) debería de ser igual a 2,5 (raza de tórax profundo) y 3,5 (raza de tórax ancho) espacios intercostales.

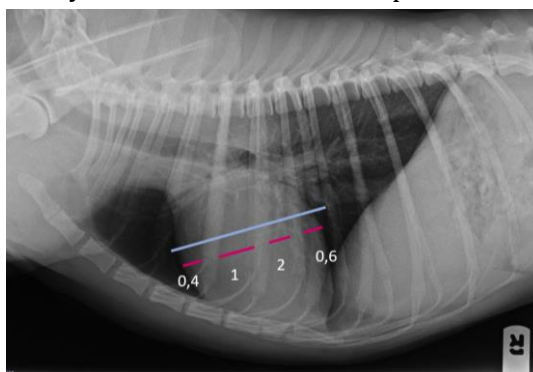


Figura 11: Medición de la silueta cardíaca utilizando el criterio radiográfico de los espacios intercostales. Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

2. CONTACTO ESTERNAL.

La medición del tamaño del corazón según el método de contacto esternal se realiza cuantificando el número de esternebras las cuales están en contacto con el corazón en el momento en el que se le ha realizado la radiografía torácica lateral. La silueta cardíaca no debería de apoyarse en más de 3 esternebras si se trata de un corazón de tamaño normal.

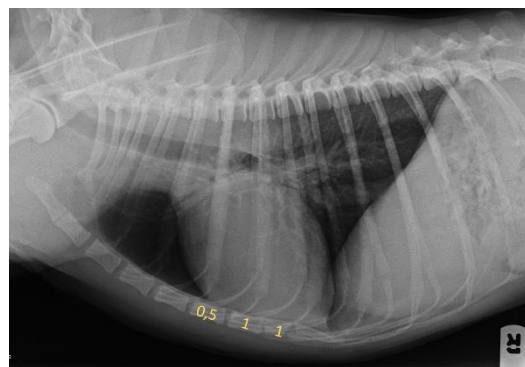


Figura 12: Cuantificación del número de esternebras en las que se apoya la silueta cardíaca. Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

3. DESPLAZAMIENTO DORSAL DE LA TRÁQUEA.

La tráquea en posición normal con relación a la columna vertebral tiene un ángulo de 30°. Si el ángulo entre las dos estructuras es menor a 30° o no hay ángulo, el cual serian estructuras paralelas, equivale a que la tráquea se ha desplazado dorsalmente, debido al aumento del tamaño del corazón.

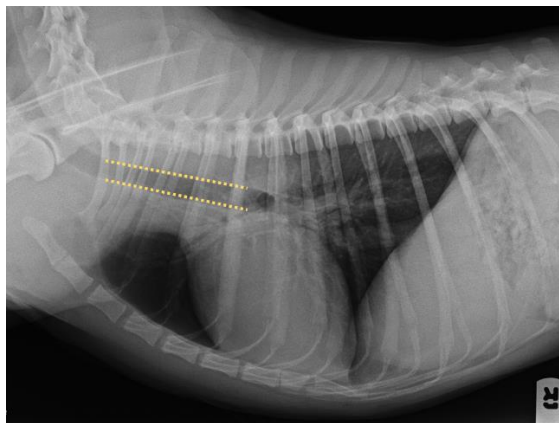


Figura 13: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro donde se observa la tráquea formando un ángulo de 30 grados respecto a la columna vertebral. Radiografía compatible con la normalidad. Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

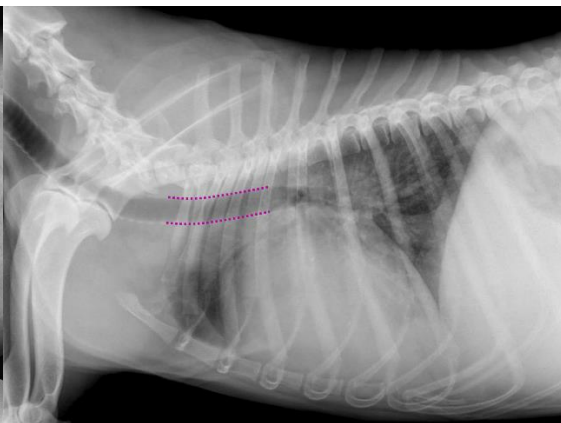


Figura 14: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro donde se observa un desplazamiento dorsal de la tráquea. En este caso el desplazamiento está provocado por una cardiomegalia. Fuente: (Casosvet.Estudiante, 2012).

4. RATIO CORAZÓN-TÓRAX (ÍNDICE CARDIO-TORÁCICO).

Para llevar a cabo esta medida, se precisa trazar una línea recta entre el ápex del corazón y la carina, es la medida de la longitud del corazón. La línea para medir la altura del tórax se debe dibujar paralela a la línea anterior y entre el esternón y la columna vertebral.

La comparación de la longitud del corazón no debería sobrepasar 3/4 o el 70% de la longitud de la cavidad torácica.

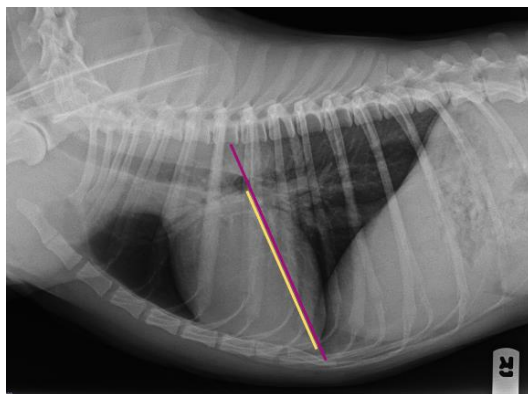
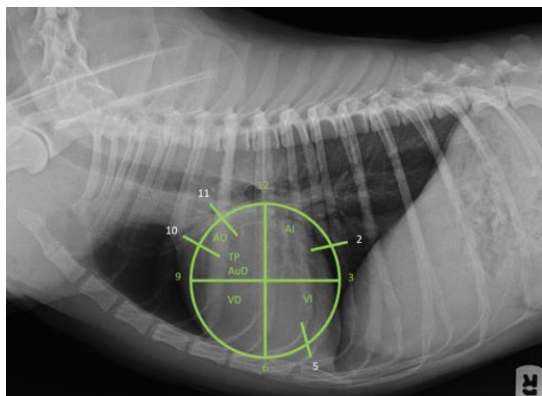


Figura 15: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro en la que se representa el criterio radiográfico ratio corazón-tórax donde se valora la proporción del tamaño de la silueta cardíaca (altura cardíaca) respecto al tamaño de la cavidad torácica (altura torácica). Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.



5. IMAGEN DEL RELOJ.

Para detectar si existe incremento y en que cavidad se halla, se realiza el método para valorar el tamaño de la silueta cardíaca. Donde a cada estructura del corazón se le atribuye una zona determinada, y de este modo se puede realizar diagnósticos diferenciales del aumento del tamaño de distintas cámaras cardíacas. En la radiografía se puede visualizar donde se encuentran las diferentes partes del corazón.



AI: Atrio izquierdo (12-2 horas),
VI: Ventrículo izquierdo (2-5 horas),
VD: Ventrículo derecho (5-9 horas),
TP: Arteria troncopulmonar (9-10 horas),
AuD: Aurícula derecha (9-10 horas),
AO: Arco aórtico (10-11 horas).

*Figura 16: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro donde se aplica la imagen del reloj.
Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.*



1.4 VERTEBRAL HEART SIZE (VHS)

En el año 1995, James W. Buchanan y Jörg Bücheler, desarrollaron un método para medir el tamaño del corazón canino en radiografías torácicas, sobre la teoría de que existía una buena correlación entre el tamaño del corazón y la longitud corporal, independientemente de la conformación del tórax (Buchanan & Bücheler, 1995). El objetivo de la nueva técnica era precisar si los animales evaluados presentaban cardiomegalia o no, designándole el nombre de Vertebral Heart Size (VHS). Para calcular las longitudes de los ejes largo y corto del corazón, utilizaron 100 perros clínicamente normales, donde el eje largo se midió desde la carina hasta el ápex cardiaco y perpendicular a la primera medida el eje corto, donde se abarca la máxima amplitud del eje cardiaco. Ambas dimensiones se traspusieron a la columna vertebral de forma paralela, a partir de la cuarta vertebra torácica y seguidamente se determinó la suma de los cuerpos vertebrales que ambas medidas ocupaban obteniendo un valor de media y desviación estándar de $9,7 \pm 0,5$ cuerpos vertebrales (v). No existieron diferencias significativas entre perros con tórax ancho o profundo, entre machos y hembras ni entre proyecciones laterales derecha o izquierda.

Más adelante, en el año 2000 James W. Buchanan, publicó otro artículo donde se describía el VHS con una leve modificación, en cuanto a la obtención del eje corto de la silueta cardiaca. Para medir el eje corto del corazón, utilizó el límite dorsal de la vena cava caudal en los perros con aumento del atrio izquierdo. El eje largo, en casos de incremento de tamaño del atrio izquierdo, se trazó a partir del límite ventral del bronquio principal izquierdo. (Buchanan J. , 2000).

En el mismo año, se estudió el VHS en distintas razas de perro, las cuales podrían presentar un VHS mayor a 10,5v sin que el animal sufriera una cardiopatía, por ello se determinaron valores de referencia en las razas afectadas (Lamb, Tyler, Boswood, et al., 2000).

En el 2001, se realizó el VHS a cachorros clínicamente sanos con el objetivo de analizar si el tamaño del corazón cambiaba con el crecimiento del animal. Las mediciones del tamaño de la silueta cardíaca en cachorros, se determinó que se encuentran dentro del rango de referencia para perros adultos ($9,7 \pm 0,5v$) y no existe un cambio significativo con el crecimiento hasta los 3 años. Los estándares para determinar la ampliación cardiaca son semejantes en cachorros y perros adultos (Sleeper & Buchanan, 2001).

En el año 2008, se estudió el efecto de la proyección radiográfica derecha frente a la izquierda en la valoración de cardiomegalia mediante el VHS donde se evaluaron 63 perros sanos. Los resultados del VHS, fueron significativamente más altos en las proyecciones laterales derecha ($9,8 \pm 0,6v$ vs. $9,5v \pm 0,8v$). El sexo y el tamaño del perro no fueron factores influyentes en los valores de VHS (Greco, Meomartino, Raiano, et al., 2008).

Guglielmini, Diana, Pietra, Di Tommaso y Cipone en el 2008, realizaron un estudio cuya finalidad era poder diferenciar, a partir de la técnica del VHS, entre la tos de origen cardiaco, debida a fallo cardiaco congestivo y la tos por causas no cardiacas en perros con regurgitación mitral. Los animales con $VHS \leq 11,4v$, se podían descartar que sufrieran tos por insuficiencia de la válvula mitral (Guglielmini, Diana, Pietra, et al., 2008).



Un estudio en el 2011 hacía referencia a distintas pruebas de detección de insuficiencia cardíaca congestiva en la raza canina de Cavalier King Charles Spaniel. Las pruebas, a partir de proyecciones radiográficas, consistían en la valoración del tamaño de la silueta cardíaca y la evaluación de la tasa de aumento cardíaco. Los perros que se estudiaron presentaban regurgitación de la válvula mitral. Los autores observaron en las proyecciones laterales, un aumento del tamaño de la silueta cardíaca durante el año previo a que los Cavalier King Charles Spaniel presentaran insuficiencia cardíaca congestiva. La media del VHS antes del inicio del fallo cardíaco congestivo fue 11,5v. (Lord, Hansson, Carnabuci, et al., 2011).

Mark Oyama, en el 2012, describió en un estudio que los perros con un VHS menor a 11,5v, era muy poco frecuente que desarrollaran fallo cardíaco congestivo (Oyama M. , 2012).

Un estudio de Jepsen-Grant, Pollard y Johnson, describe los valores del VHS en las razas Carlino, Pomerania, Yorkshire Terrier, Dachshund, Bulldog, Shih Tzu, Lhasa Apso y Boston Terrier. Los perros que se incluyeron en el estudio no presentaban cardiomegalia ni se les detectó alteraciones cardíacas durante el examen físico. Se observó que las razas Carlino Pomerania, Bulldog y Boston Terrier tienen un VHS significativamente mayor que $9,7 \pm 0,5v$. Se determinó que la condición corporal tiene un efecto significativo en el VHS en la raza Lhasa Apso. Las vértebras anómalas en la columna vertebral se asociaron con un aumento significativo en VHS de las razas Bulldog y Boston Terrier. La relación entre la profundidad y la amplitud torácica no tuvo un efecto significativo en el VHS (Jepsen-Grant, Pollard, & Johnson, 2012).

En el 2017, un estudio tuvo como objetivo determinar un rango específico de VHS para la raza canina Dachshund. A los 51 perros sanos se les realizó radiografías y ecocardiografías. La media del VHS en radiografías laterales derechas (10,3v) fue significativamente mayor que las proyecciones izquierdas (10,1v). VHS para hembras (izquierda: 10,56v y derecha: 10,8v) fue significativamente mayor que las de los machos (izquierda: 9,74v y derecha: 9,99v). Estos resultados indican que los perros Daschund sanos tienen una VHS media por encima del rango de referencia canino genérico publicado (Birks, et al., 2017).



La técnica del VHS, es un método para medir el tamaño del corazón canino en radiografías, partiendo de la base que existe una buena correlación entre el tamaño del corazón y la longitud del cuerpo, independientemente de la conformación del tórax (Buchanan & Bücheler, 1995). Esta técnica se utiliza para detectar si presenta cardiomegalia, evaluando el tamaño de la silueta cardíaca a partir de una proyección radiográfica lateral de tórax. También se emplea para monitorizar la progresión de la cardiomegalia comparando los diferentes resultados del VHS obtenidos en distintos momentos. Asimismo, también puede ejercer como criterio predictivo de fallo cardíaco congestivo.

Para obtener el VHS, se debe medir la longitud del eje largo y corto del corazón y transponer ambas medidas al inicio del cuerpo vertebral de la cuarta vertebra torácica (T4). Seguidamente se debe sumar la cantidad de vertebras (v) que ocupan los ejes del corazón.

Para la medición del eje largo (o long axis) mide la silueta cardíaca en su longitud, desde el borde ventral de la carina hasta el ápex cardíaco (figura 17). El eje corto (o short axis), que valora la amplitud máxima del corazón, es una medida perpendicular al eje largo que se dibuja en la parte más ancha de la silueta cardíaca (figura 19).

Los dos ejes cardíacos trazados para evaluar las dimensiones cardíacas se trasladan a la columna vertebral y se colocan a partir de la cuarta vertebra torácica y se contabilizan los cuerpos vertebrales que suman ambas mediciones. El resultado de la suma obtenida de los cuerpos vertebrales corresponde al VHS (figura 21).

Como ya se ha mencionado con anterioridad, es un método eficaz para visualizar la progresión y evolución de las cardiopatías en pacientes afectados, este seguimiento se lleva a cabo realizando radiografías seriadas. En diferentes estudios se ha verificado que cuando se observa un incremento del VHS de 0,25 vértebras en un periodo de tres meses, este aumento puede ser un indicador de desarrollar un fallo cardíaco.

Tabla 1: Valores normales del VHS(v) (Johnson, et al., 2008)

Bóxer	$11,6 \pm 0,8$	Cavalier K.C.S.	$10,6 \pm 0,5$
Labrador Retriever	$10,8 \pm 0,6$	Dobermann	$10,00 \pm 0,6$
York-Shire Terrier	$9,7 \pm 0,5$	Cachorros	8,5-10,5
Pastor alemán	$9,7 \pm 0,7$	Gatos	$7,5 \pm 0,3$
Whippet	$11,00 \pm 0,5$		

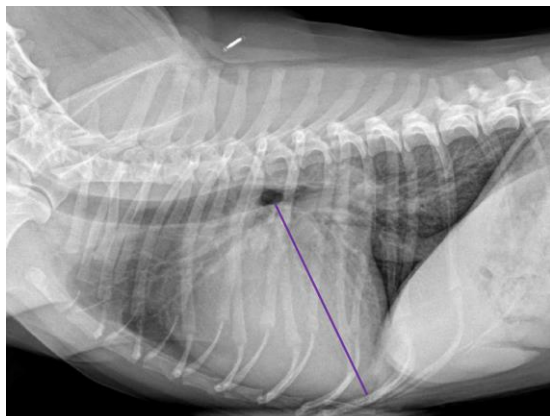


Figura 17: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro con cardiomegalia, donde se realiza el VHS, y se empieza trazando el long axis. Fuente: (Kittleson, 2016).

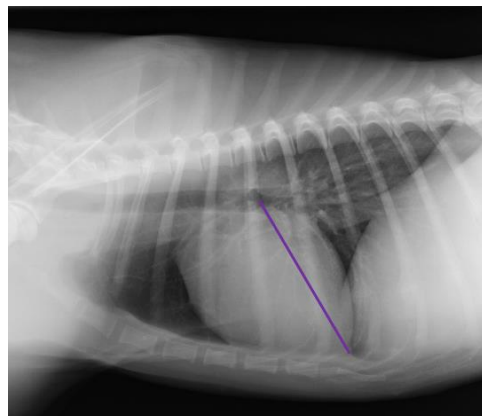


Figura 18: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro sin cardiomegalia, donde se realiza el VHS, y se empieza trazando el long axis. Fuente: Xavier Sánchez.

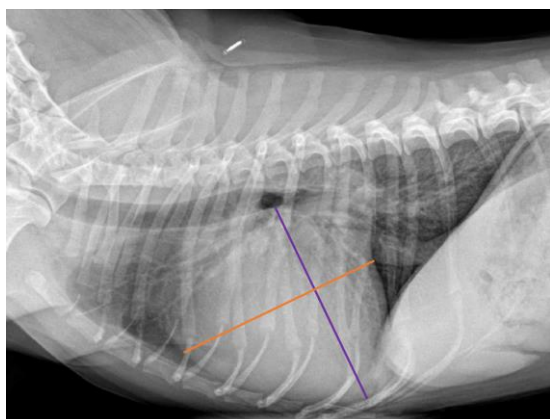


Figura 19: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro con cardiomegalia, donde se realiza el VHS, y se traza el short axis. Fuente: (Kittleson, 2016).

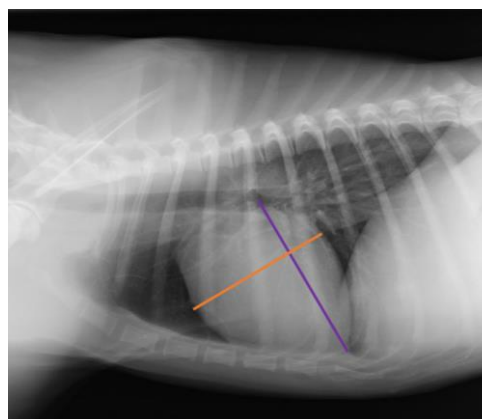


Figura 20: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro sin cardiomegalia, donde se realiza el VHS, y se traza el short axis. Fuente: Xavier Sánchez.

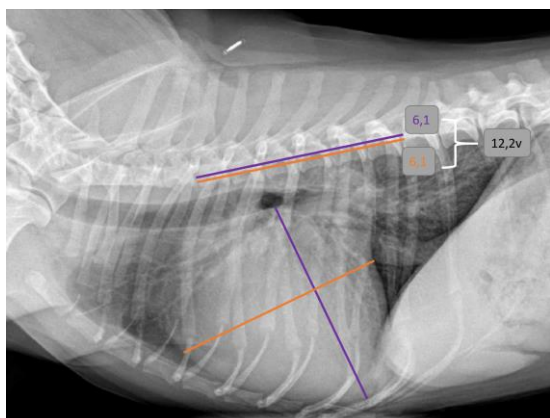


Figura 21: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro con cardiomegalia, donde se realiza el VHS, se transponen las medidas a la columna vertebral y se cuantifican las vértebras. VHS = 12,2v. Fuente: (Kittleson, 2016).

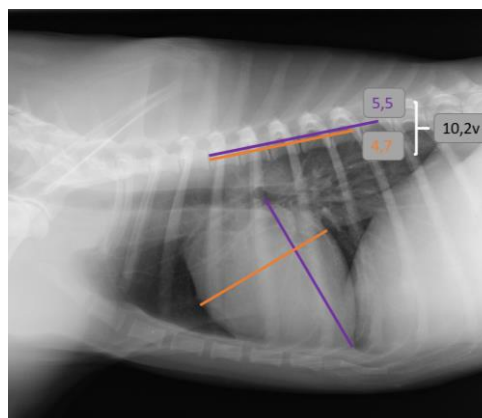


Figura 22: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro sin cardiomegalia, donde se realiza el VHS, se transponen las medidas a la columna vertebral y se cuantifican las vértebras. VHS = 10,2v. Fuente: Xavier Sánchez.



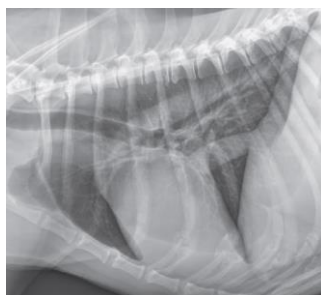
Existen diferentes factores que afectan al tamaño y a la morfología de la silueta cardíaca:

- **Raza:** dependiendo de la raza canina, existen diferencias importantes en la morfología de la silueta cardíaca.

Las razas de tórax ancho y poco profundo suelen tener la silueta cardíaca más redondeada y globosa, presentando un gran contacto esternal en la proyección lateral, y de este modo se puede confundir con una cardiomegalia derecha.

Las razas de tórax estrecho y profundo presentan la forma de la silueta cardíaca más ovalada, estando en una posición vertical en el tórax, casi perpendicular a la columna.

Las razas con el tórax normal o intermedio, la silueta cardíaca tiende a tener una forma ovalada.



*Figura 23: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, de raza de tórax estrecho y profundo (Longilíneo).
Fuente: (Thrall, 2018).*



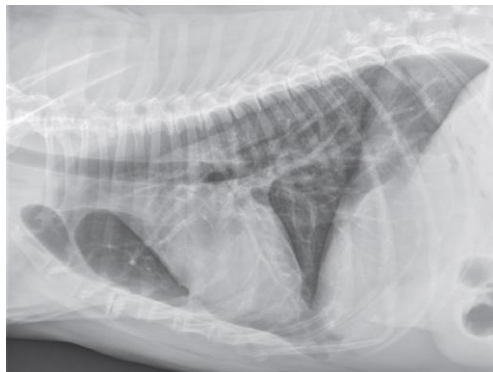
*Figura 24: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, de raza con tórax normal (Mediolíneo).
Fuente: (Thrall, 2018).*



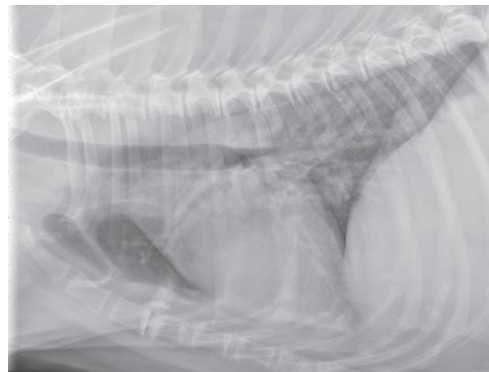
*Figura 25: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, de raza de tórax ancho y poco profundo (Brevilíneo).
Fuente: (Thrall, 2018).*



- **Fase respiratoria:** cuando las radiografías de tórax se realizan en la fase respiratoria de espiración, se crea una falsa impresión de cardiomegalia, debido a que el tamaño de la cavidad torácica disminuye y el tamaño de la silueta cardíaca es el mismo. Puede ser más difícil de visualizar la parte caudal debido a que se solapan con el diafragma. Todos estos cambios son más exagerados en animales obesos.



*Figura 26: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, en inspiración.
Fuente: (Thrall & Robertson, 2015).*



*Figura 27: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, en espiración.
Fuente: (Thrall & Robertson, 2015).*

- **Ciclo cardíaco:** Los cambios se visualizan mejor en los perros de razas grandes y frecuencia cardíaca baja. En la sístole los ventrículos son más pequeños los atrios se dilatan, mientras que en la diástole toda la silueta cardíaca aparece más en redondeada.
- **Edad:** En general, los animales jóvenes suelen tener enfermedades congénitas, mientras que los de más edad tienen enfermedades adquiridas. En las proyecciones radiográficas, los cachorros de menos de 6 meses presentan una sombra radiográfica que pertenece al timo. La mayoría de los perros de edad más avanzada, suelen tener espondilosis deformante, cambios esternales degenerativos, uniones costocondrales mineralizadas y patrones pulmonares fisiológicos (Smith, Tilley, Oyama, et al., 2015).
- **Condición corporal:** En los animales obesos existe una mayor cantidad de grasa pericárdica, la cual contribuye a aumentar el tamaño de la silueta cardíaca. Examinando cuidadosamente la silueta cardíaca podemos ver en la zona craneal un cambio de opacidad desde el tejido blando (corazón) a grasa y aire del pulmón.
- **Proyecciones:** en las proyecciones radiográficas laterales izquierdas, el corazón se ve desplazado cranealmente debido a la presión de los órganos abdominales que empujan el lado izquierdo del diafragma craneal. Generalmente, en una radiografía lateral izquierda, se observa menos contacto entre el corazón y el esternón en comparación a la proyección lateral derecha.

En la proyección dorsoventral, el diafragma se encuentra más cranealmente en comparación a las radiografías ventrodorsal, debido a la presión de los órganos abdominales, y por ese motivo contacta con la silueta cardíaca y desplaza el ápex hacia el lado izquierdo. El desplazamiento lateral del ápex hacia la izquierda puede confundir e interpretarse que la silueta cardíaca presenta cardiomegalia. En la proyección ventrodorsal el diafragma se encuentra más caudal, ya que existe menos



presión abdominal y el corazón no presenta desplazamiento lateral, sino que se encuentra ubicado más al central del tórax. La silueta cardíaca es más alargada y estrecha y al no estar en contacto.

- **Tos cardíaca:** En los animales que presentan tos, utilizando el VHS, se puede descartar que el origen de la tos en estos animales sea debido a una enfermedad degenerativa valvular. Los perros que presentan un $VHS < 11,4v$ se puede descartar que la tos que presentan los animales sea de origen cardíaco (Guglielmini, Diana, Pietra, et al., 2008).
- **Parámetros para predecir un fallo cardíaco:** Pacientes con un $VHS < 11,5v$ son pacientes con bajo riesgo de que desarrollen fallo cardíaco. En cambio, pacientes que presentan un $VHS > 11,5v$ son animales candidatos a desarrollar un fallo cardíaco (Oyama M., 2012).

Variabilidad de la medición del short axis:

- Limite dorsal de la vena cava caudal (Buchanan J., 2000): El eje corto del corazón se traza en la silueta cardíaca perpendicular al eje largo y teniendo de referencia el límite dorsal de la vena cava caudal.
- Limite medial de la vena cava caudal (Hansson, 2004): El punto de medición del eje corto del corazón, debe ser a la mitad entre el borde dorsal y ventral de la vena cava caudal.
- Limite ventral de la vena cava caudal: Para la valoración del eje corto del corazón, se dibuja perpendicular al eje largo y teniendo de referencia el limite ventral de la vena cava caudal (Hernandez-Lopez, Machen, & Oyama, 2012).
- Máxima amplitud de la silueta cardíaca (Buchanan & Bücheler, 1995): El short axis cardíaco, equivale a la región más ancha del corazón, eje perpendicular al long axis, en el tercio medio.

Para seleccionar el método del análisis de la medida del short axis, se ha escogido la medición más repetible y que no permita mucha variación entre las diferentes proyecciones radiográficas evaluadas. Se ha optado para el limite ventral de la vena cava caudal, como lo utilizaron Hernandez-Lopez, Machen y Oyama. La medición del eje corto, como ya se ha descrito anteriormente, se debe trazar perpendicular al eje largo y proyectarse en la base ventral de la vena cada caudal.



1.5 PATOLOGÍAS CARDÍACAS MÁS COMUNES QUE AFECTAN AL VENTRÍCULO IZQUIERDO

Las causas más frecuentes de aumento del ventrículo izquierdo en el perro son:

Patologías cardíacas adquiridas:

- Endocardiosis valvular crónica
- Miocardiopatía dilatada

Patologías cardíacas congénitas:

- Estenosis subaórtica
- Conducto arterioso persistente
- Defecto del septo ventricular



1.5.1 PATOLOGÍAS CARDIACAS ADQUIRIDAS:

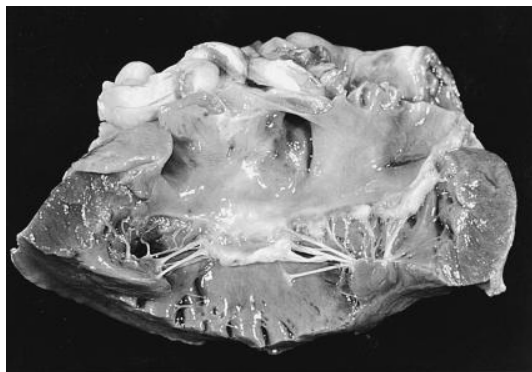
1.5.1.1 ENDOCARDIOSIS VALVULAR CRÓNICA

La causa más común de insuficiencia cardíaca en el perro es la enfermedad degenerativa crónica de la válvula atrioventricular, también conocida como endocardiosis, degeneración valvular mixomatosa y fibrosis valvular crónica. La válvula mitral suele ser la más afectada, pero ambas válvulas atrioventriculares están involucradas. La enfermedad degenerativa aislada de la válvula tricúspide es poco frecuente (Ware, 2011). Es la anomalía cardíaca adquirida más frecuente en perros mayores y de razas pequeñas. La degeneración mixomatosa de las válvulas produce una deformación e incompetencia del complejo valvular, con lo cual hay una regurgitación desde el ventrículo izquierdo hacia el atrio izquierdo en sístole (Smith, Tilley, Oyama, et al., 2015).

Se desconoce su etología. La endocardiosis valvular crónica, es el resultado de la degeneración mixomatosa idiopática de las válvulas atrioventriculares que conducen a una insuficiencia valvular. Los cambios patológicos en la enfermedad degenerativa de la válvula mitral incluyen las valvas y cuerdas tendinosas, donde existe una alteración nodular, engrosamiento de las valvas y en ocasiones alargamiento de las cuerdas tendinosas. Conforme progresa la endocardiosis, la válvula mitral se vuelve más insuficiente, produciendo la regurgitación de sangre durante la sístole ventricular, desde el ventrículo hacia la aurícula izquierda. La insuficiencia cardíaca inicial de la válvula mitral y el flujo cardíaco disminuido se compensa con un aumento del volumen sanguíneo y del retorno venoso. De este modo se produce una sobrecarga volumétrica del lado izquierdo del corazón, generando una cardiomegalia del lado izquierdo a consecuencia de la hipertrofia excéntrica del ventrículo izquierdo. (Schwarz & Johnson, 2013)

Los signos radiográficos que se observan pueden ser más o menos severos según el grado de la lesión:

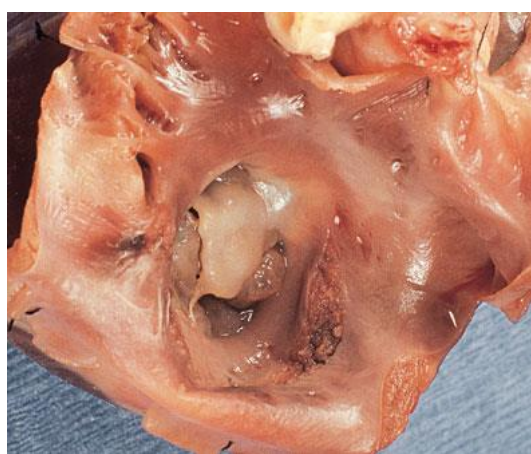
- Aumento del atrio izquierdo, debido a la dilatación por sobrecarga de volumen y causa un desplazamiento dorsal de la tráquea y del bronquio izquierdo principal.
- Aumento de tamaño del ventrículo izquierdo, a causa de la dilatación por sobrecarga de volumen, ya que, esta cavidad no impulsa tanta sangre como debería.
- Si el proceso no se controla, las venas pulmonares aumentan de tamaño, ya que se desarrolla hipertensión venosa. Si se presenta hipertensión arterial pulmonar o existe retención de líquidos, se observan las arterias pulmonares distendidas.
- Edema pulmonar, sí desarrolla insuficiencia cardíaca izquierda (Thrall, 2018).



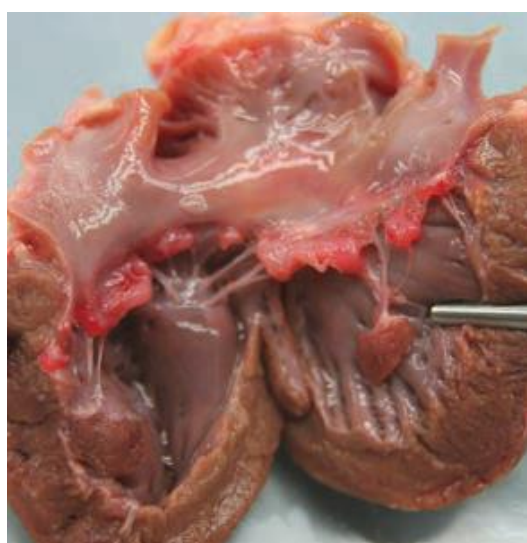
*Figura 28: Endocardiosis valvular crónica.
Fuente: (Smith, Tilley, Oyama, et al., 2015).*



*Figura 29: Endocardiosis valvular crónica.
Fuente: (Ware, 2011).*



*Figura 30: Endocardiosis valvular crónica.
Fuente: (Ware, 2011).*



*Figura 31: Endocardiosis valvular crónica.
Fuente: (Luis Fuentes, Johnson, & Dennis, 2010).*



*Figura 32: Endocardiosis valvular crónica.
Fuente: (Luis Fuentes, Johnson, & Dennis, 2010).*



*Figura 33: Radiografía torácica de un perro afectado con endocardiosis valvular crónica.
Fuente: (Ware, 2011).*



1.5.1.2 MIOCARDIOPATÍA DILATADA (MCD)

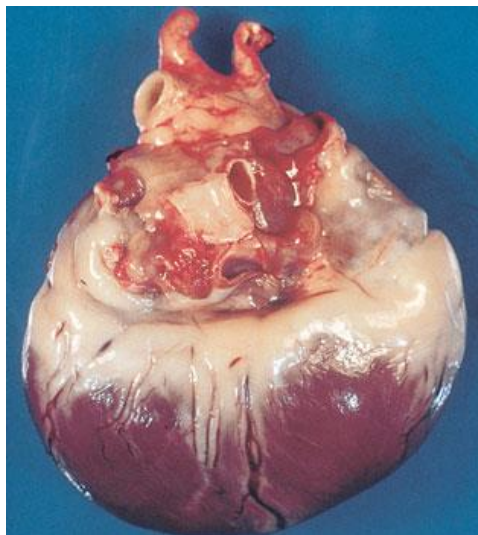
La miocardiopatía dilatada se caracteriza por una contractilidad miocárdica deteriorada con dilatación del ventrículo izquierdo o de ambos ventrículos y representa una de las cardiopatías más frecuentes en caninos, sobre todo en los perros de razas medianas y grandes de mediana edad. Es una patología crónica y progresiva del músculo cardíaco, que provoca un aumento del tamaño de las cámaras cardíacas y disfunción sistólica, con una fase asintomática prolongada. Existe una disminución en la contractibilidad del miocardio, sin existir causa primaria que la genere, la cual genera un fallo cardíaco que progresa a una insuficiencia cardíaca congestiva (ICC) (Luis Fuentes, Johnson, & Dennis, 2010).

La miocardiopatía dilatada representa la etapa final de diferentes procesos patológicos o defectos metabólicos que afectan a las células del miocardio o la matriz intercelular. Las causas secundarias de insuficiencia miocárdica y dilatación cardíaca deben excluirse antes de realizar un diagnóstico de miocardiopatía dilatada idiopática. (Ware, 2011)

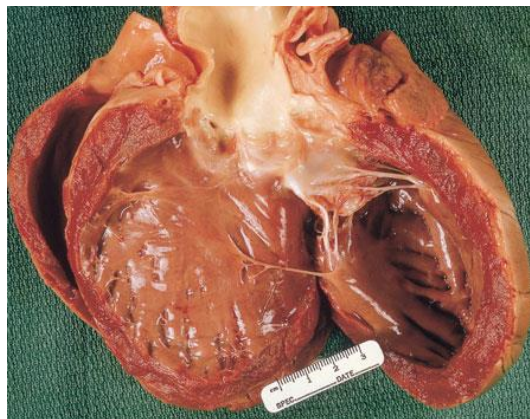
En la miocardiopatía dilatada, se produce una obstaculización de la función ventricular correcta y una dilatación gradual de un ventrículo (generalmente el izquierdo) o ambos. Se caracteriza porque el corazón presenta forma de globo con aumento y dilatación de las cuatro cámaras. A menudo el lado izquierdo se ve más afectado. Como resultado de una reducida contractilidad del miocardio, este se encuentra incapaz de generar la presión adecuada para mantener el gasto cardíaco y como consecuencia, los ventrículos se tensan y se produce una sobrecarga de volumen ventricular izquierdo al final de la sístole y se desarrolla la hipertrofia ventricular excéntrica.

Los signos radiográficos que podemos observar son:

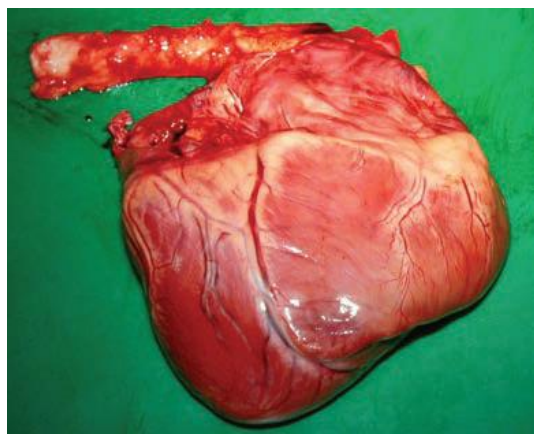
- Las proyecciones radiográficas pueden ser normales.
- Cardiomegalia generalizada debida a la sobrecarga de volumen o por la dilatación ventricular.
- Aumento de tamaño del atrio izquierdo puede presentarse por una sobrecarga de volumen o por disfunción de la válvula mitral.
- Aumento de tamaño del ventrículo izquierdo.
- Incremento del tamaño de la arteria pulmonar debido a la retención de líquidos.
- Edema perihilar y congestión venosa por la disfunción de la válvula mitral y regurgitación. Debido al edema pulmonar, se puede observar patrón pulmonar intersticial, mixto o alveolar. (Thrall, 2018)



*Figura 34: Miocardiopatía dilatada.
Fuente: (Ware, 2011).*



*Figura 35: Miocardiopatía dilatada.
Fuente: (Ware, 2011).*



*Figura 36: Miocardiopatía dilatada.
Fuente: (Luis Fuentes, Johnson, & Dennis, 2010).*

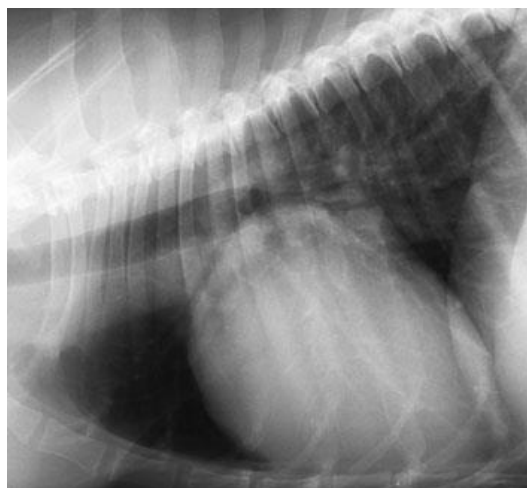
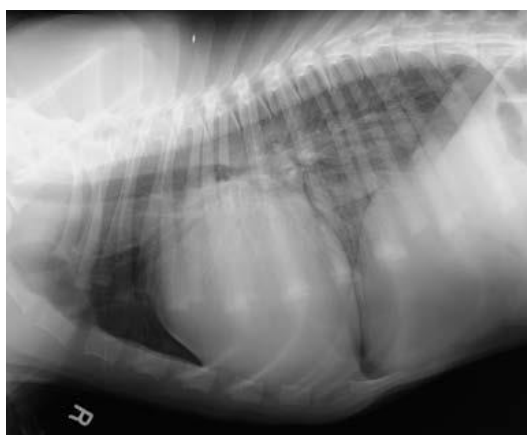


Figura 37: Cardiomegalia debido a una miocardiopatía dilatada. Fuente: (Ware, 2011).



*Figura 38: Cardiomegalia debido a una miocardiopatía dilatada.
Fuente: (Luis Fuentes, Johnson, & Dennis, 2010).*



1.5.2 PATOLOGÍAS CARDÍACAS CONGÉNITAS:

1.5.2.1 ESTENOSIS SUBAÓRTICA

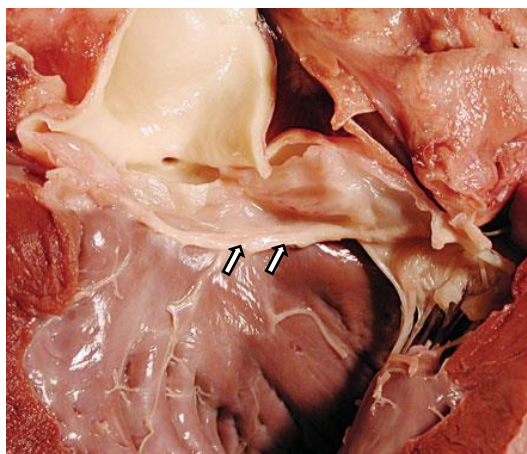
La estenosis subaórtica es un estrechamiento o reducción del tracto de salida del ventrículo izquierdo a nivel subvalvular, debido a la formación de un anillo o banda fibrosa. Este defecto, ubicado justo debajo de las válvulas semilunares aórticas, dificulta la eyección sistólica del ventrículo izquierdo y causa hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo, el cual provoca una disminución del flujo sanguíneo (Smith, Tilley, Oyama, et al., 2015).

Esta anomalía puede ser heredable como un rasgo autosómico dominante (Lynne Nelson, 2003). La lesión obstructiva de la estenosis subaórtica, se desarrolla durante los primeros meses de vida y es posible que no haya soplos audibles a una edad temprana. La gravedad de la estenosis determina el grado de sobrecarga de presión del ventrículo izquierdo y la hipertrofia concéntrica resultante. La perfusión coronaria se compromete fácilmente en animales con estenosis subaórtica grave. Las arterias coronarias intramurales suelen estar estrechadas. Las secuelas clínicas pueden incluir arritmias, síncope, insuficiencia cardíaca izquierda y muerte súbita.

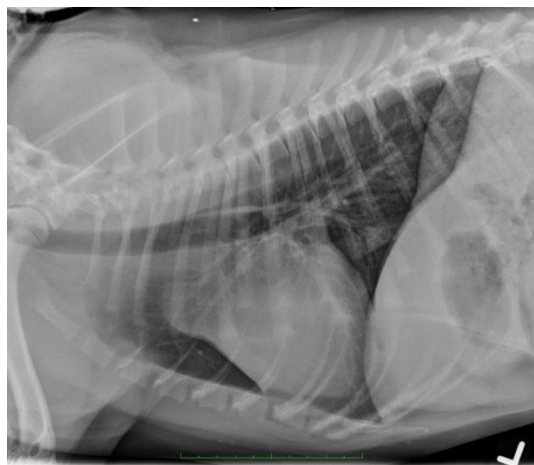
Debido a malformaciones relacionadas o cambios secundarios, la regurgitación de la válvula aórtica o mitral también agrega una sobrecarga de volumen del ventrículo izquierdo en muchos animales. La estenosis subaórtica predispone a la endocarditis de la válvula aórtica debido a una lesión del chorro en la parte inferior de las valvas (Ware, 2011).

Los signos radiográficos que se aprecian son:

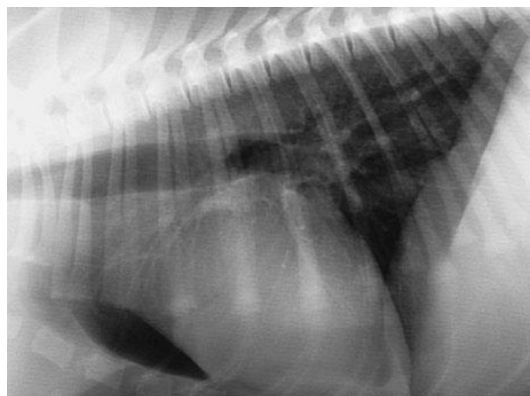
- Aumento de tamaño del arco aórtico debido al flujo turbulento, apreciándose un ensanchamiento del mediastino craneal.
- Elongación del ventrículo izquierdo debido a la hipertrofia.
- Dilatación del atrio izquierdo si de forma secundaria hay una disfunción de la válvula mitral.
- Vasos pulmonares normales, a menos que, se desarrolle una disfunción de la válvula mitral, conduciendo a una hipertensión venosa pulmonar.
- Se pueden obtener proyecciones radiográficas normales. (Thrall, 2018)



*Figura 39: Estenosis subaórtica.
Fuente: (Ware, 2011).*



*Figura 40: Estenosis subaórtica.
Fuente: www.vetgo.com.*



*Figura 41: Estenosis subaórtica.
Fuente: (Ware, 2011).*

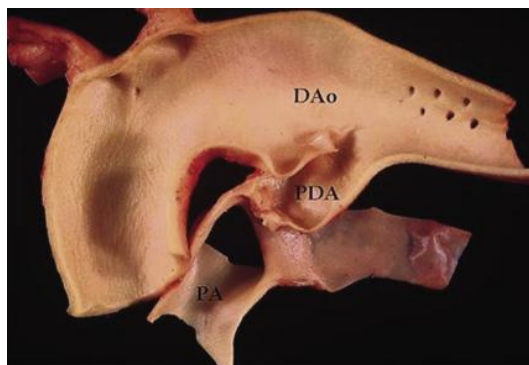


1.5.2.2 CONDUCTO ARTERIOSO PERSISTENTE (CAP)

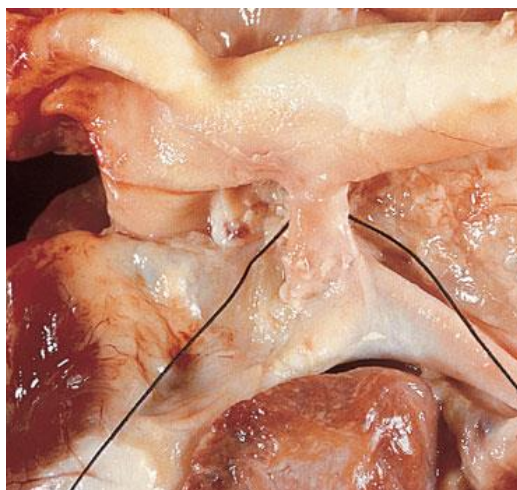
En la circulación fetal, el conducto arterioso sirve para derivar sangre oxigenada a través de la aorta por vía materna, evitando el funcionamiento de los pulmones. El cierre funcional del conducto arterioso normalmente ocurre en pocas horas posteriores al nacimiento; varios cambios estructurales en días o semanas causan cierre permanente (Ware, 2011). Los factores que contribuyen al cierre del conducto son: disminución de la resistencia vascular pulmonar, los niveles de prostaglandina vasodilatadora disminuyen y la tensión de oxígeno aumenta, el resultado es un aumento marcado en el flujo sanguíneo pulmonar y en la vasoconstricción del conducto. Después del cierre por vasoconstricción, el conducto se cierra permanentemente por contractura fibrosa, del ligamento arterioso. La falta de cierre del conducto se denomina conducto arterioso persistente. (Smith, Tilley, Oyama, et al., 2015). De tal manera que existe un conducto vascular que comunica la aorta descendente y el tronco pulmonar. Debido a que existe una gran diferencia de presión entre ambas arterias, donde la presión de la aorta es mayor que la arteria pulmonar, la sangre de la aorta se desvía continuamente a la arteria pulmonar tanto durante la sístole como en la diástole. Este hecho conlleva a un aumento de presión y de volumen en la circulación pulmonar y sobrecarga de volumen en la aurícula izquierda y en el ventrículo izquierdo (Luis Fuentes, Johnson, & Dennis, 2010).

Los signos radiográficos del conducto arterioso persistente varían considerablemente con el volumen de sangre que se está derivando, la edad del animal y el grado de descompensación cardíaca. Los signos radiográficos son:

- Aumento de la parte proximal de la aorta descendente, generado por un flujo sanguíneo turbulento.
- Aumento de la arteria pulmonar principal, debido al incremento del flujo y de la presión.
- Aumento del atrio izquierdo, a causa del aumento del flujo sanguíneo.
- Aumento del ventrículo izquierdo, causado por una dilatación y que evoluciona a hipertrofia.
- Aumento de las arterias y venas pulmonares, por la sobrecarga de volumen y presión (Thrall, 2018).



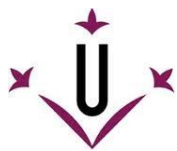
*Figura 42: Conducto arterioso persistente.
Fuente: (Smith, Tilley, Oyama, et al., 2015).*



*Figura 43: Conducto arterioso persistente.
Fuente: (Ware, 2011).*



*Figura 44: Conducto arterioso persistente.
Fuente: (Ware, 2011).*



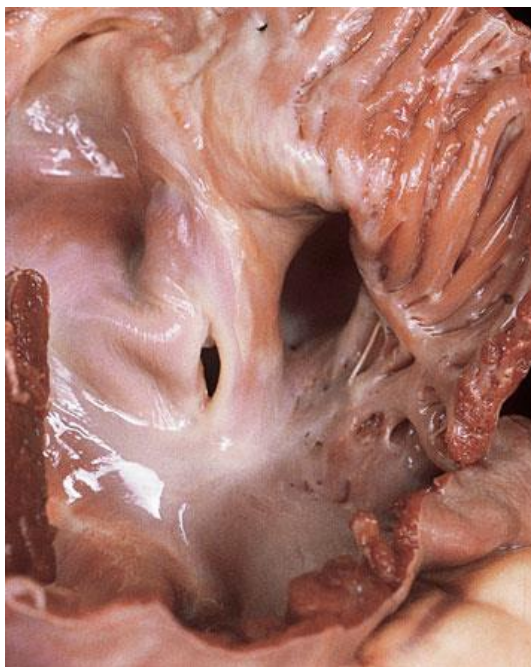
1.5.2.3 DEFECTO DEL SEPTO VENTRICULAR (DSV)

El tabique interventricular, es una estructura, la cual separa el ventrículo izquierdo y el ventrículo derecho. Está formado por musculatura en la parte del ápex y se estrecha a una porción membranosa en la base del corazón cerca del origen de la aorta. Los defectos del septo ventricular pueden producir en cualquier área del tabique, pero se localizan con mayor frecuencia en la porción membranosa (Smith, Tilley, Oyama, et al., 2015).

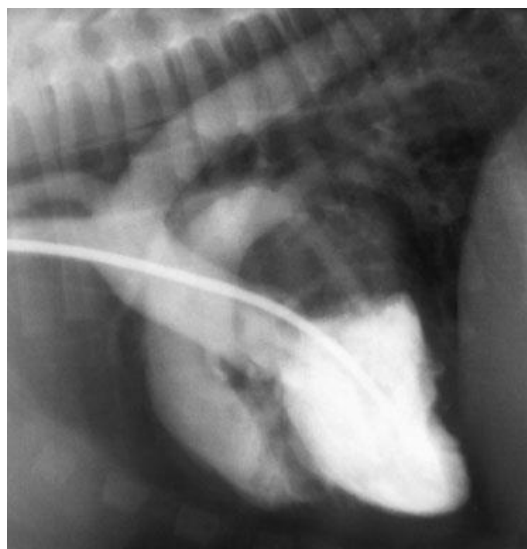
El defecto del septo ventricular se produce debido a un desarrollo anormal que conlleva a una comunicación entre el ventrículo derecho e izquierdo. Durante la sístole debido a que la presión en el ventrículo izquierdo es mayor que en el derecho, la sangre fluye hacia el ventrículo derecho. Durante la diástole el flujo es mínimo debido a que la presión de ambos ventrículos es similar. A causa de la localización del defecto, la sangre entra en la arteria pulmonar y no en el ventrículo derecho y por el aumento del retorno de sangre al atrio izquierdo y al ventrículo izquierdo, también se produce una sobrecarga de volumen en estas cámaras cardiacas. La cantidad de sangre que se comunica en cada contracción depende del tamaño del efecto (Luis Fuentes, Johnson, & Dennis, 2010).

Por lo tanto, los signos radiográficos dependerán de la cantidad de sangre que se comunica a través del defecto, pudiendo incluir:

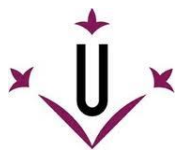
- Leve hipertrofia ventricular derecha debido a la sobrecarga de volumen y presión.
- Las arterias y venas pulmonares pueden ser normales o ligeramente aumentadas, a causa de un aumento leve o moderado en el flujo sanguíneo pulmonar. El aumento es siempre inferior en comparación al observado con el conducto arterioso persistente (Thrall, 2018).



*Figura 45: Defecto del septo ventricular.
Fuente: (Ware, 2011).*



*Figura 46: Defecto del septo ventricular.
Fuente: (Ware, 2011).*



1.6 SIGNOS RADIOGRÁFICOS DE INCREMENTO DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO

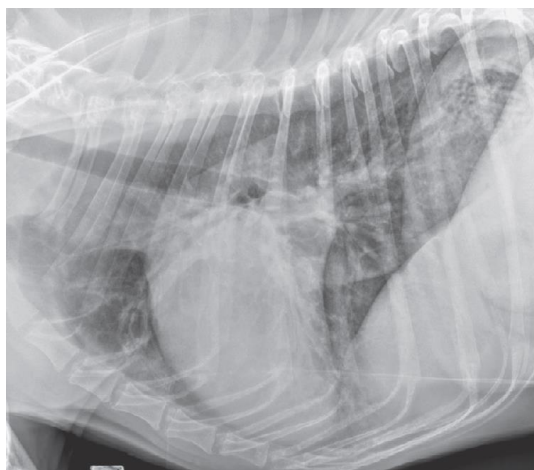
El ventrículo izquierdo puede incrementar de tamaño debido a una hipertrofia o dilatación. La hipertrofia concéntrica se genera por el incremento de la poscarga y puede presentar una silueta cardíaca normal en una radiografía torácica, por ese motivo es más difícil de identificar.

La hipertrofia excéntrica, generalmente es debido a una respuesta al aumento de la precarga y puede causar un aumento visible del ventrículo izquierdo, por ese motivo es más fácil de reconocer en una proyección radiográfica. La hipertrofia severa y excéntrica que produce el incremento del ventrículo izquierdo puede llevar al desplazamiento dorsal de la tráquea intratorácica en la proyección lateral.

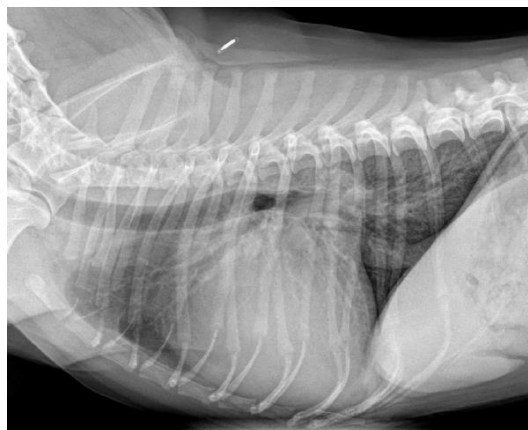
En las proyecciones ventrodorsal o dorsoventral, el borde izquierdo de la silueta cardíaca y el ápex cardíaco se presentan más redondeados de lo habitual.

La dilatación del ventrículo izquierdo se debe al aumento crónico de la precarga y también se relaciona con una insuficiencia cardíaca. La dilatación del ventrículo izquierdo puede presentar una cardiomegalia generalizada o solamente se puede observar un incremento de tamaño del ventrículo izquierdo, causando una elevación traqueal. (Thrall, 2018)

En resumen, en una proyección lateral de tórax, la silueta cardíaca se presenta incrementada de tamaño en el 2-5/6 en la imagen de reloj, con un aumento de la altura de la silueta cardíaca y elevación de la tráquea intratorácica.



*Figura 47: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro con miocardiopatía dilatada e insuficiencia cardíaca izquierda.
Fuente: (Thrall, 2018).*



*Figura 48: Proyección radiográfica lateral de perro con edema pulmonar cardiogénico por insuficiencia mitral grave.
Fuente: (Kittleson, 2016).*



1.7 NUEVAS MEDIDAS RADIOGRÁFICAS PARA DETECTAR CARDIOMEGALIA EN EL VENTRÍCULO IZQUIERDO

La finalidad de las nuevas medidas radiográficas es poder detectar o descartar cardiomegalia del ventrículo izquierdo, en radiografías laterales de perro.

Se empieza realizando el VHS y posteriormente se incorporan las tres nuevas mediciones del ventrículo izquierdo. Estas tres nuevas medidas consisten en determinar la longitud del ventrículo izquierdo en diferentes ángulos respecto al short axis, la primera línea pertenece a la bisectriz del ventrículo izquierdo, la cual traza a los 45° (BVI45), la medida radiografía del ventrículo izquierdo a los 70° (MRVI70) y la longitud del ventrículo izquierdo que corresponde a la parte inferior del long axis, posterior al cruzamiento del long axis con el short axis, que en relación con el short axis se proyecta a los 90° (LVI90).

De este modo se establecen 3 medidas diferentes de la extensión del ventrículo izquierdo. Seguidamente se trasladan las diferentes líneas sobre la columna vertebral, paralelamente a esta y paralelas entre ellas. Finalmente se contabilizan los cuerpos vertebrales que ocupan a partir de la cuarta vertebra torácica.

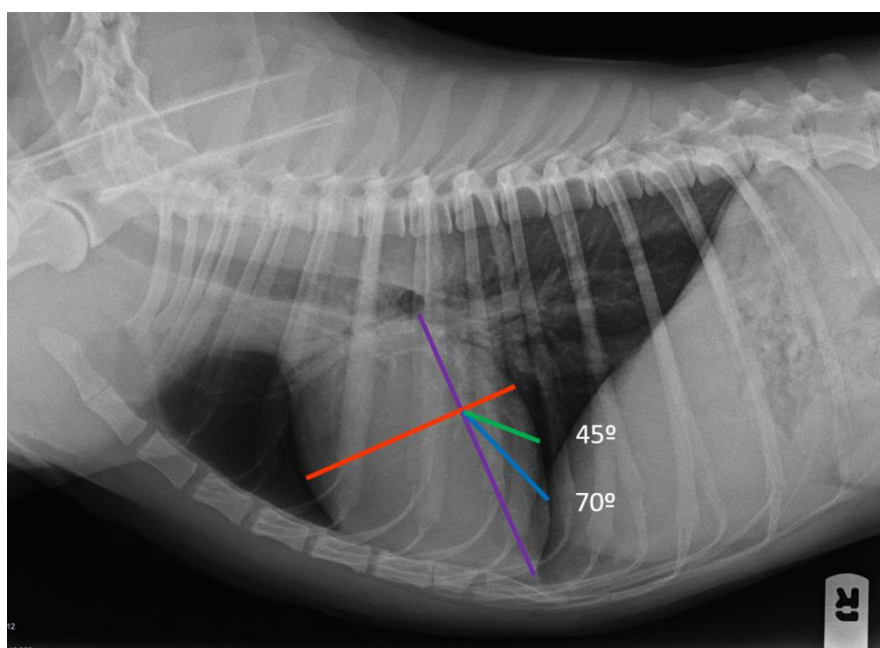


Figura 49: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se trazan las mediciones de BVI45 y MRVI70 del ventrículo izquierdo.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

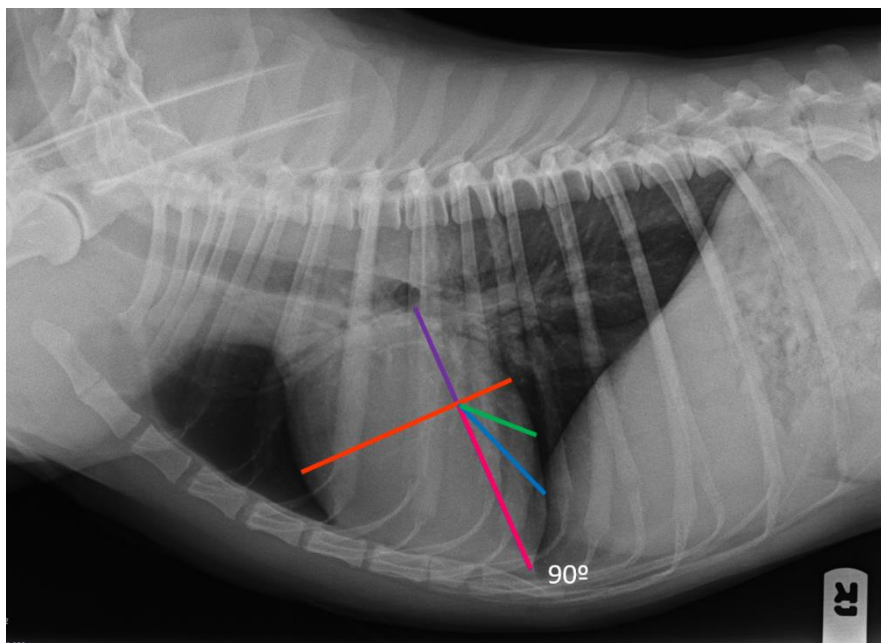


Figura 50: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se traza la medición LVI90 del ventrículo izquierdo.
Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

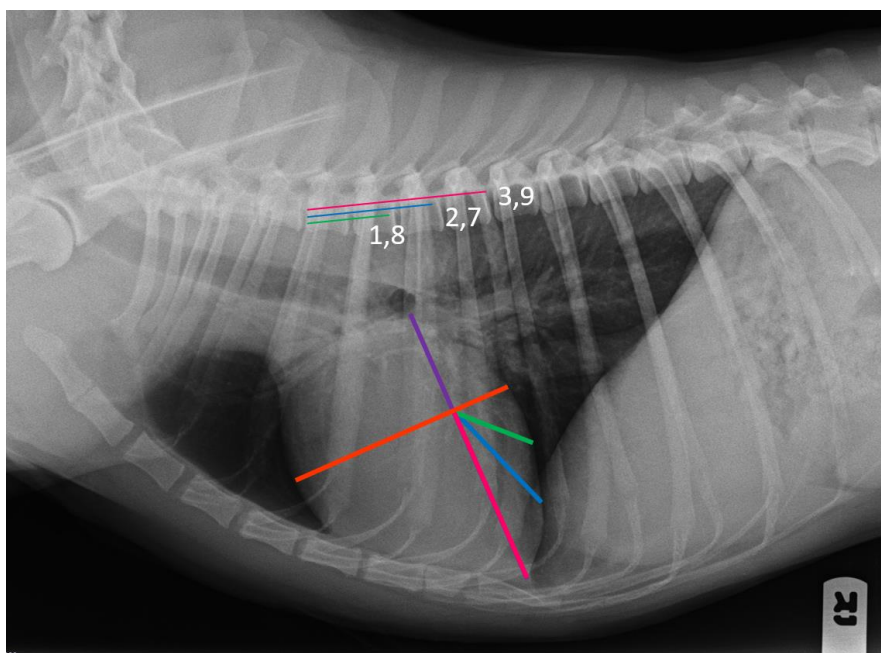
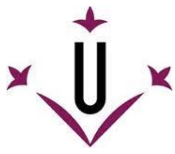


Figura 51: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se trasponen las nuevas medidas del ventrículo izquierdo a la columna vertebral y se cuantifican las vértebras. Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.



2. OBJETIVOS

Objetivo general:

Definir nuevas medidas radiográficas que permitan detectar de forma objetiva los incrementos de tamaño del ventrículo izquierdo en perros.

Objetivos parciales:

1. Determinar la utilidad clínica de las nuevas medidas para detectar cardiomegalia del ventrículo izquierdo (sensibilidad y especificidad).
2. Establecer un valor de referencia para las nuevas medidas radiográficas que permitan diferenciar perros con silueta cardíaca normal de los que presentan un incremento de tamaño del ventrículo izquierdo.
3. Estudiar las correlaciones de las nuevas medidas radiográficas con el VHS.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

A. ANIMALES Y SU DISTRIBUCIÓN

En este estudio retrospectivo donde se han utilizado 52 proyecciones radiográficas laterales de tórax de perros cedidas de diversos centros veterinarios (Clínica veterinària Bitxus, Clínica Veterinària V3 Lleida, Clínica Veterinària l'Arca, Hospital Veterinari Lleida, Centre Clínic Veterinari, Centre veterinari Prozovals), las cuales se han dividido en dos grupos, el grupo de las radiografías de los perros sin cardiomegalia (20 radiografías) y el conjunto de los perros con cardiomegalia (32 radiografías).

Los animales se han distribuido en cada grupo según el tamaño de la silueta cardíaca de cada perro, basándonos en el valores del VHS, siendo cardiomegalia valores $\geq 10,5v$ y los $< 10,5v$ descartan cardiomegalia. Los perros sanos, sin cardiomegalia, forman el grupo A y los caninos con cardiomegalia se les han designado al grupo B.

Los animales evaluados para llevar a cabo este estudio pertenecen a la especie canina, pero difieren en raza, sexo y edad.

Las razas incluyen desde perros Mestizos, Chihuahuas, American Pitbulls, Carlinos, West Highland White Terrier, Gran Danes, Yorkshire Terrier, Pitz japonés, etc. El sexo de los animales engloba tanto machos como hembras. La edad de los animales engloba perros desde un año y medio hasta los 16 años. El peso de estos animales se desconoce ya que los centros veterinarios que facilitaron las proyecciones radiográficas no disponían de esta información.

La variabilidad de las razas, años y sexos se tiene en cuenta para este estudio, pero no aporta variabilidades notables ya que como se ha descrito anteriormente, el sistema de evaluación del tamaño del corazón (VHS) se mide en el propio organismo del animal. El tamaño torácico y la profundidad del tórax no tienen influencia en la correlación entre el tamaño del corazón y la longitud vertebral. La relación entre VHS y la longitud de referencia de las 10 vértebras es lineal y esencialmente idéntica en perros con tórax profundo, intermedio o ancho. El sexo y la proyección lateral derecha vs izquierda no influyen significativamente en las mediciones (Buchanan & Bücheler, 1995).



B. LAS RADIOGRAFÍAS

1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los criterios de inclusión de las distintas radiografías laterales de tórax en este estudio son los siguientes:

- Radiografías de tórax compatibles con la normalidad.
- Proyecciones radiográficas de pacientes que presentan cardiomegalia.
- Buena técnica radiográfica. Basándonos en el correcto contraste radiográfico, en la colimación ajustada al estudio radiográfico de tórax, en la fase respiratoria, así como minimizando la rotación torácica.

2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Las proyecciones radiográficas que no han formado parte del estudio han sido por las siguientes razones:

- Se han descartado las radiografías que presentan signos de fallo cardíaco congestivo, siempre y cuando el patrón pulmonar presente sea alveolar.
- Radiografías con espondilosis, hemivertebbras u otras alteraciones a nivel de la columna, se han descartado del estudio.

C. NUEVAS MEDIDAS RADIOGRÁFICAS PARA DETECTAR AUMENTO DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO

El nuevo procedimiento radiográfico que se propone en este estudio tiene como propósito medir el tamaño del ventrículo izquierdo, el cual se desarrolla a partir del método del VHS, siguiendo los distintos pasos:

1. Medir la longitud de la silueta cardíaca, la cual se corresponde a la distancia entre el límite ventral de la carina hasta el extremo más distante del ápex cardíaco: eje cardíaco largo (figura 52).
2. Medir la amplitud cardíaca perpendicular a la al eje cardíaco largo, a partir del límite ventral de la vena cava caudal: eje cardíaco corto (figura 53).
3. El siguiente paso consiste en medir la bisectriz, la longitud y la medida radiográfica del ventrículo izquierdo. Para ello se deben trazar tres líneas desde el punto donde se cruzan el long axis con el short axis. El BVI45 se dibuja en un ángulo de 45° (línea verde) (figura 54) respecto al short axis, el MRVI70 se debe trazar a los 70° (línea azul) (figura 55). LVI90 pertenece a los 90° respecto al short axis, es la parte ventral del long axis a partir del cruce del short axis con el long axis, hasta el ápex cardíaco (línea rosa) (figura 56).
4. Las 3 medidas nuevas se transponen en la columna vertebral a partir de la cuarta vertebra torácica hacia caudal, paralelas unas con las otras y paralelas a la columna vertebral, y se contabilizan los cuerpos vertebrales que ocupan (figura 60).

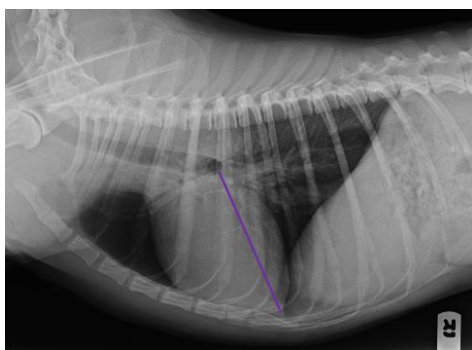


Figura 52: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se realiza el VHS, midiendo el eje largo.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

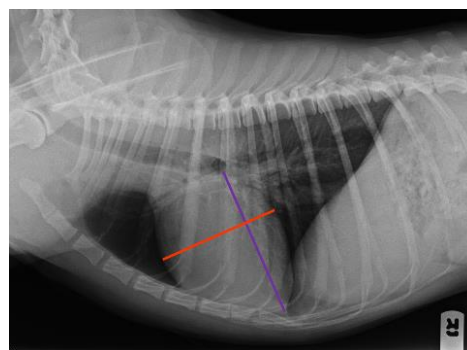


Figura 53: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se realiza el VHS haciendo la medición del eje corto.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

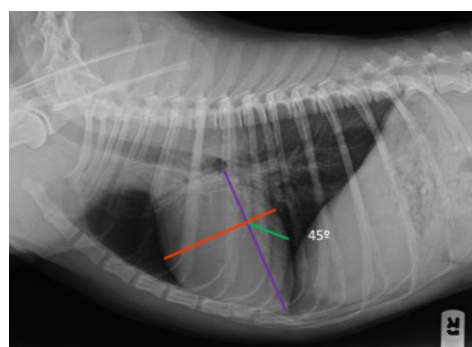


Figura 54: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se traza la medición de BVI45.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

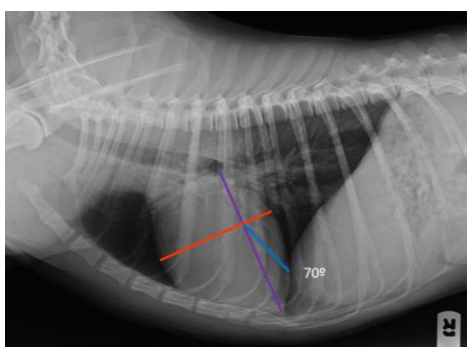


Figura 55: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se traza la medición MRVI70 del ventrículo izquierdo.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

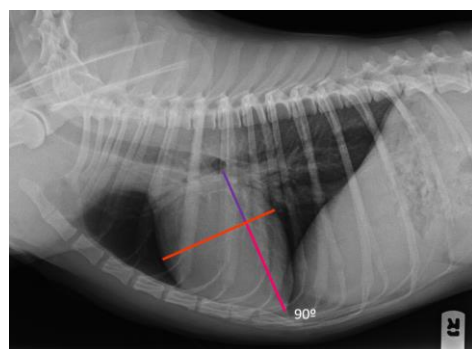


Figura 56: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se traza la medición LVI90 del ventrículo izquierdo.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

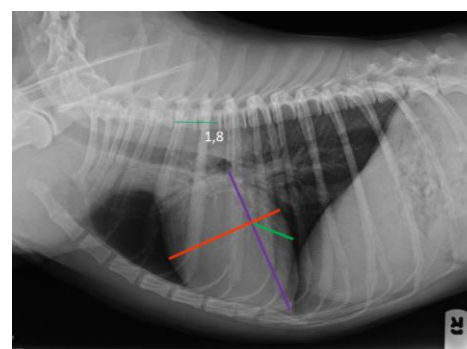


Figura 57: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se transpone y se contabilizan los cuerpos vertebrales de la medición de la BV145.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

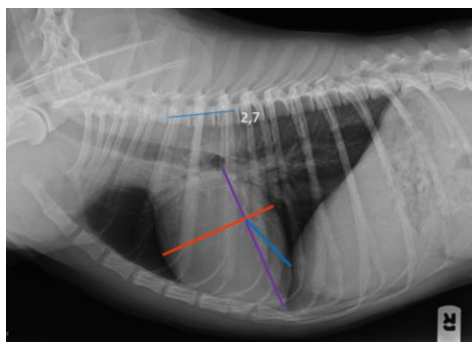


Figura 58: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se transpone y se contabilizan los cuerpos vertebrales de la medición de la MRVI70.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

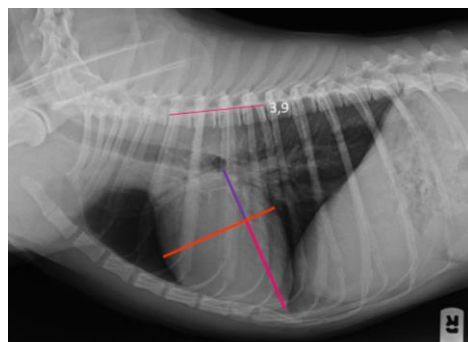


Figura 59: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se transpone y se contabilizan los cuerpos vertebrales de la medición de la LVI90.

Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.

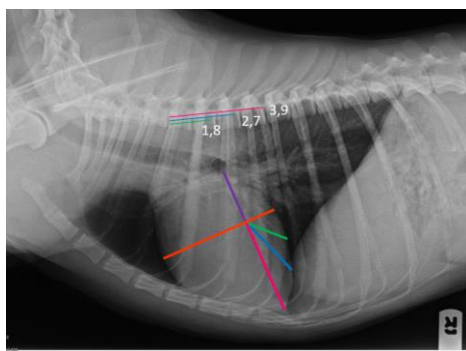


Figura 60: Proyección radiográfica lateral de tórax de perro, donde se trasponen las nuevas medidas radiográficas para detectar aumento del ventrículo izquierdo, a la columna vertebral y se cuantifican las vértebras. Fuente: Clínica Veterinaria V3 Lleida.



D. MÉTODO ESTADÍSTICO

Para llevar a cabo los métodos estadísticos se ha empleado el JMP Pro® 13.2.1 (SAS Inc., 2016) y IBM® SPSS® Statistics Versión 22. El JMP Pro® 13.2.1, se ha utilizado para hacer la evaluación estadística de las distintas variables, como las medias y desviaciones estándares y las correlaciones entre las variables. El IBM® SPSS® Statistics Versión 22 se han obtenido los valores de sensibilidad, especificidad, punto de corte y las áreas bajo la curva.

Las variables son: el VHS, el long axis, short axis, LVI90, MRVI70, BVI45 y edad.

Con la correlación multivariante y correlación por pares se adquieren correlaciones entre las nuevas medidas radiográficas para detectar aumento del ventrículo izquierdo, una matriz de gráficos de dispersión y por último una correlación por pares para las variables del ventrículo izquierdo.

A partir de la sensibilidad y especificidad de las nuevas medidas radiográficas para detectar aumento del ventrículo izquierdo, se adquieren valores interesantes para poder tener medidas de corte para detectar o descartar cardiomegalia del ventrículo izquierdo.

Los resultados se presentan con a media \pm la desviación estándar y se consideran valores significativos $p < 0,05$.



4. RESULTADOS

Los resultados se presentan con la media \pm la desviación estándar y se consideran valores significativos $p < 0,05$.

Tabla 2: Medias y desviación estándar. 52 radiografías.

Medidas	Valores (v)
Long axis	$5,98 \pm 0,52$
Short axis	$4,78 \pm 0,45$
LVI90	$3,86 \pm 0,44$
MRVI70	$2,77 \pm 0,37$
BVI45	$1,95 \pm 0,32$
VHS	$10,76 \pm 0,81$

LVI90 (longitud ventrículo izquierdo en 90°).

MRVI70 (medida radiográfica del ventrículo izquierdo a los 70°).

BVI45 (Bisectriz del ventrículo izquierdo a los 45°).

La tabla 2, muestra las diferentes medias de las distintas variables que se han estudiado en las 52 proyecciones radiográficas laterales de perro que se han incluido en el estudio. Como puede observarse, la media del VHS es de 10,76v, indicando que el valor medio de la población se encontraba por encima de 10,5v. La media y la desviación estándar de edad era $8,31 \pm 3,53$ años.



Tabla 3: Medias y desviación estándar animales con cardiomegalia. 32 radiografías.

Medidas	Valores (v)
Long axis	6,26 \pm 0,42
Short axis	5,01 \pm 0,37
LVI90	4,03 \pm 0,43
MRVI70	2,92 \pm 0,37
BVI45	2,07 \pm 0,29
VHS	11,27 \pm 0,56

*LVI90 (longitud ventrículo izquierdo en 90°).**MRVI70 (medida radiográfica del ventrículo izquierdo a los 70°).**BVI45 (Bisectriz del ventrículo izquierdo a los 45°).*

En las radiografías del grupo B, las nuevas medidas radiográficas para detectar cardiomegalia del ventrículo izquierdo (LVI90, MRVI70, BVI45), han mostrado medias más elevadas en comparación a las medias de todos los animales estudiados. Asimismo, el valor de la media del VHS, fue más elevado que el de la totalidad de las proyecciones estudiadas. La edad media era de $8,72 \pm 3,58$ años.

Tabla 4: Medias y desviación estándar animales sin cardiomegalia. 20 radiografías.

Medidas	Valores (v)
Long axis	5,54 \pm 0,34
Short axis	4,43 \pm 0,34
LVI90	3,60 \pm 0,32
MRVI70	2,52 \pm 0,24
BVI45	1,77 \pm 0,28
VHS	9,96 \pm 0,42

*LVI90 (longitud ventrículo izquierdo en 90°).**MRVI70 (medida radiográfica del ventrículo izquierdo a los 70°).**BVI45 (Bisectriz del ventrículo izquierdo a los 45°).*

En las proyecciones radiográficas de tórax laterales del grupo A, las medias obtenidas fueron inferiores a la media de las 52 proyecciones laterales. El valor medio del VHS obtenido fue bastante inferior a la media del VHS de la población total. La media de edad correspondía a $8,37 \pm 4,61$ años.



CORRELACIONES MULTIVARIANTES

Una correlación es el % de variación de una variable que se explica por la variación de otra variable, es decir, que determina la relación entre dos o más variables.

Tabla 5: Correlaciones entre las nuevas medidas. n=52.

	MRVI70	BVI45	VHS
LVI90	0,6455 ***	0,2622	0,6101 ***
MRVI70		0,5849 ***	0,5926 ***
BVI45			0,5584 ***

*LVI90 (longitud ventrículo izquierdo en 90°). MRVI70 (medida radiográfica del ventrículo izquierdo a los 70°). BVI45 (Bisectriz del ventrículo izquierdo a los 45°). La correlación =1, equivale a una elevada probabilidad de cumplirse. El nivel de significación se describe: *<0,05 p>0,01; **<0,01 p>0,001: ***p<0,001.*

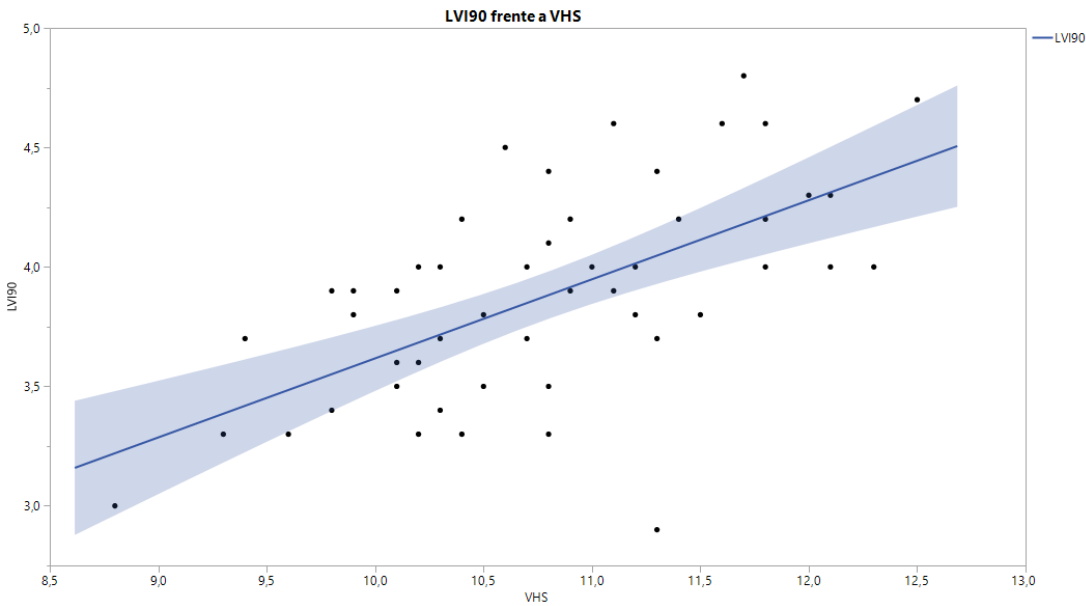


Gráfico 1: Correlación entre la LVI90 y el VHS. n=52 radiografías.

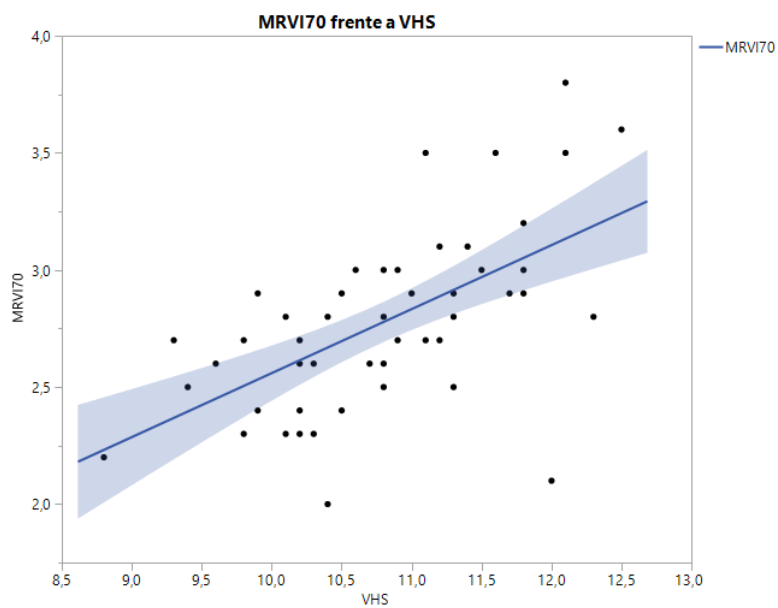


Gráfico 2: Correlación entre la MRVI70 y el VHS. $n=52$ radiografías.

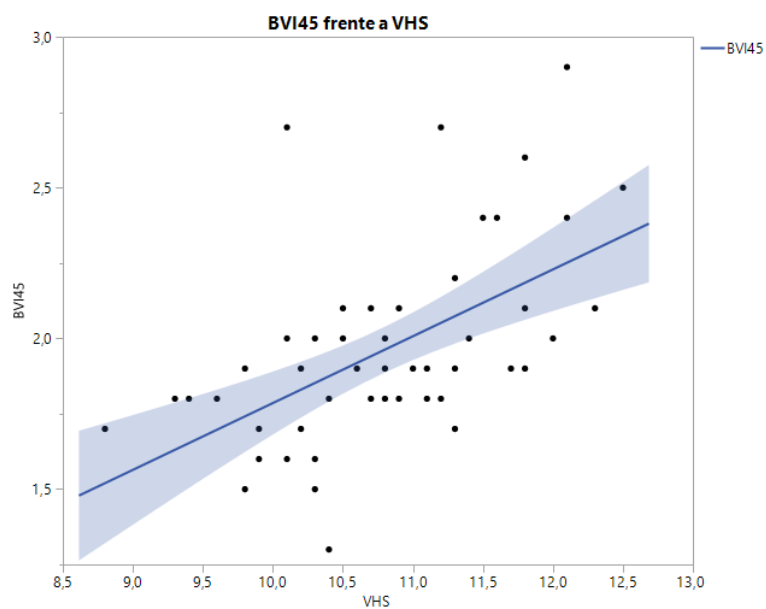


Gráfico 3: Correlación entre la BVI45 Y el VHS. $n=52$ radiografías.



SENSIBILIDAD Y ESPECIFICIDAD

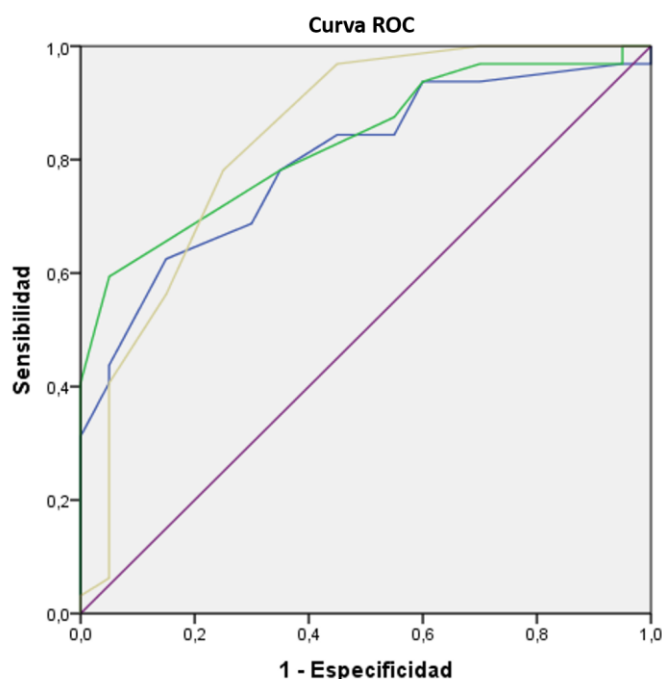


Gráfico 4: curva ROC para LVI90 (línea azul), MRVI70 (línea verde), BVI45 (línea marrón).

Tabla 6: Sensibilidad y especificidad de las nuevas medidas radiográficas.

	LVI90	MRVI70	BVI45
Sensibilidad	78%	68%	78%
Especificidad	65%	80%	75%
Punto de corte (v)	3,75	2,75	1,85

LVI90 (longitud ventrículo izquierdo en 90°). MRVI70 (medida radiográfica del ventrículo izquierdo a los 70°). BVI45 (Bisectriz del ventrículo izquierdo a los 45°).

La BVI45, con el valor de referencia de 1,85v, fue la nueva medida radiográfica que presentó mayor sensibilidad y especificidad para la detección de cardiomegalia del ventrículo izquierdo. Concretamente, los valores de sensibilidad y especificidad obtenidos fueron 78% y 75%, respectivamente; por esta razón sería una buena medida en radiografías laterales de tórax de perro, tanto para poder detectar cardiomegalias de ventrículo izquierdo como para descartar un aumento en el ventrículo izquierdo. El valor de referencia de 2,75v para MRVI70 fue el que proporcionó la mayor especificidad del estudio (80%), esto representaría ser una buena medida para detectar la ausencia de cardiomegalia del ventrículo izquierdo.



Tabla 7: Área bajo la curva

	Área	95% de intervalo de confianza asintótico.	
		Límite inferior	Límite superior
LVI90	0,797	0,677	0,917
MRVI70	0,830	0,721	0,938
BVI45	0,839	0,719	0,959

LVI90 (longitud ventrículo izquierdo en 90°). MRVI70 (medida radiográfica del ventrículo izquierdo a los 70°). BVI45 (Bisectriz del ventrículo izquierdo a los 45°).

5. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

- La principal limitación del estudio ha sido no disponer de las ecocardiografías de los animales estudiados radiográficamente. Las nuevas medidas radiográficas deberían haberse comparado con medidas ecocardiográficas del ventrículo izquierdo.
- Otro obstáculo ha sido la dificultad para obtener un número mayor de radiografías que se pudiesen integrar en el estudio, para el desarrollo de las nuevas medidas radiográficas.
- La mejor manera para la realización del estudio hubiera sido, tener proyecciones radiográficas de perros que presentaran patologías que solo afectaran al ventrículo izquierdo.



6. DISCUSIÓN

A lo largo del estudio, se han presentado las siguientes dificultades. La primera dificultad ha sido con las proyecciones radiográficas, donde 14 radiografías presentaban superposición de la silueta cardiaca con el diafragma, hecho que ha dificultado la realización correcta y precisa de las distintas medidas del ventrículo izquierdo. Otro inconveniente ha sido que el material radiográfico ha sido limitado pero suficiente para llevar a cabo el estudio. En este estudio se empezó con 74 radiografías, pero se tuvieron que descartar 22, en base a los criterios de inclusión y exclusión. Una dificultad añadida que se observó fue que las cardiomegalias que se han incluido en el estudio no son exclusivamente del ventrículo izquierdo, sino que son cardiomegalias generalizadas o de todo el lado izquierdo de la silueta cardiaca. Esto se debe al hecho de que las patologías que afectan al ventrículo izquierdo radiográficamente suelen presentar incrementos de tamaño de toda la silueta cardiaca o solo del lado izquierdo del corazón, especialmente en las proyecciones laterales. (Thrall, 2018).

El VHS se ha hecho según describían Buchanan y Bücheler en el 1995, con una pequeña variación en el punto de partida del short axis. Buchanan y Bücheler especificaban que el eje corto se trazaba en la máxima amplitud de la silueta cardiaca, y en este estudio, el eje corto se ha medido a partir del límite ventral de la vena cava caudal. Se ha considerado de este modo, ya que los autores consideran que se valora de mejor manera el ventrículo izquierdo y no se incluye tanto parte del atrio izquierdo, como pasaría en el caso de cojer como referencia el límite dorsal de la vena cava caudal (Oyama M., 2012).

El valor medio del VHS de las proyecciones radiográficas de los animales sanos ha sido de 9,96v, un valor un poco mayor en comparación al de la publicación de Buchanan y Bücheler en el 1995, donde la media del VHS fue de 9,7v. La diferencia entre las dos medias del VHS podría ser debido a las diferencias entre las poblaciones incluidas en cada estudio.

En la publicación de Winyuchonharoen, Techangamsuwan y Surachetpong del 2018, sobre la detección del factor de crecimiento transformante beta 1 en perros sanos y perros con enfermedad degenerativa de la válvula mitral, la media de los perros sanos fue 9,95v, un valor muy similar al de este estudio (9,96v). Asimismo, el valor medio del VHS de los perros con enfermedad degenerativa de la válvula mitral fue 11,26v, unos resultados también muy parecidos a los de este trabajo (11,27v).

El hecho de que aún no exista ningún trabajo que hable de una medida para detectar cardiomegalia del ventrículo izquierdo impide que se puedan comparar los valores de este estudio con otras publicaciones, pero sí que se han publicado trabajos sobre medidas radiográficas para valorar un aumento de tamaño del atrio izquierdo, como la publicación de Sánchez Salguero, Prandi, Llabrés-Díaz, et al., en el 2018. La sensibilidad y especificidad para la RLAD (dimensión radiográfica del atrio izquierdo) fueron 93,5% y 96,8% respectivamente, los cuales son unos valores superiores en comparación a los de BVI45 con una sensibilidad del 78% y una especificidad del 75%. La notable diferencia podría deberse a que se detectan, a partir de proyecciones radiográficas, con mayor frecuencia incrementos únicamente de tamaño del atrio izquierdo y probablemente también se debe al tipo de



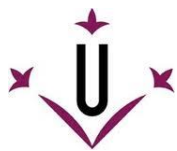
crecimiento del atrio izquierdo (latero-dorsal), mientras que el ventrículo izquierdo el crecimiento es distinto (Thrall, 2018).

Las tres nuevas medidas para detectar aumento de tamaño del ventrículo izquierdo con el VHS se encuentran correlacionadas con valores positivos y con significancia (LVI90: 0,61, MRVI70: 0,59 y BVI45: 0,56) ($p < 0,001$). Es decir, que cuanto más elevado sea el VHS, los valores de las nuevas medidas del ventrículo izquierdo también se encuentran incrementados. Estas correlaciones, aunque no son correlaciones fuertes, son positivas probablemente porque las tres medidas se trazan a partir del VHS.



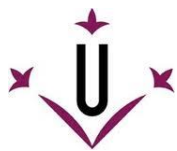
7. CONCLUSIONES

1. El estudio de las tres nuevas medidas radiográficas para detectar de forma objetiva incrementos de tamaño del ventrículo izquierdo en perros, ha permitido determinar que la bisectriz del ventrículo izquierdo a los 45° (BVI45), con el valor de referencia 1,85v proporciona la mayor sensibilidad y especificidad para detectar incrementos de tamaño del ventrículo izquierdo.
2. La BVI45 con una sensibilidad del 78% y una especificidad del 75%, permite detectar un porcentaje elevado de perros que presentan cardiomegalia del ventrículo izquierdo. Asimismo, puede detectar un alto porcentaje de los perros que no presentan cardiomegalia del ventrículo izquierdo. La medida de LVI90 se han obtenido una sensibilidad del 78% y una especificidad del 65% y la MRVI proporcionó una sensibilidad del 68% y una especificidad del 80%, la mayor de las tres medidas.
3. Los valores de referencia de las nuevas medidas radiográficas que se proponen para detectar incrementos de tamaño del ventrículo izquierdo son 3,75v para la medida de la LVI90, 2,75v de la MRVI70 y 1,85v en la BVI45.
4. Las correlaciones obtenidas entre el VHS y las tres nuevas medidas radiográficas han sido correlaciones significativas, muy similares y con valores positivos: LVI90: 0,61, MRVI70: 0,59 y BVI45: 0,56.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Agut Gimenez, A. (2014). *Diagnóstico por imagen en pequeños animales*. Multimédica Ediciones Veterinarias.
- Birks, R., Fine, D. M., Leach, S. B., Clay, S. E., Eason, B. D., Britt, L. G., & Kenneth E. Lamb. (2017). Breed-Specific Vertebral Heart Scale for the Dachshund. *Journal of the American Animal Hospital Association*.
- Buchanan, J., & Bücheler, J. (1995). Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. *Journal of the american veterinary medical association*.
- Buchanan, J. (2000). Vertebral scale system to measure heart size in radiographs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*.
- Cardiovet. (2013). Obtenido de Cardiovet: www.cardiovet.com
- Fossum, T. W. (2013). *Cirugía en pequeños animales* (3ª ed.). Elsevier.
- González Martínez, M., & Rojo Salvador, C. (2010). Anatomía Veterinaria. Estudio del corazón. Morfología. Anatomía comparada. Dependencias cavitarias, valvulares y vasculares. *Reduca*, 20.
- Greco, A., Meomartino, L., Raiano, V., Fatone, G., & Brunetti, A. (2008). Effect of left vs. right recumbency on the vertebral heart. *Veterinary Radiology & Ultrasound*.
- Guglielmini, C., Diana, A., Pietra, M., Di Tommaso, M., & Cipone, M. (2008). Use of the Vertebral Heart Score in coughing dogs with chronic degenerative. *Journal of Veterinary Medical Science*.
- Gülanber, E., Gönenci, R., Kaya, Ü., Aksoy, Ö., & Biricik, H. (2005). Vertebral Scale System to Measure Heart Size in Thoracic Radiographs of Turkish Shepherd (Kangal) Dogs. *Turk J Vet Anim Sci*.
- Hansson, K. (2004). Diagnostic imaging of cardiopulmonary structures in normal dogs and dogs with mitral regurgitation. *Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala*.
- Hernandez-Lopez, J., Machen, M. C., & Oyama, M. (2012). Radiographic Vertebral Heart Size And Left Atrial Bisecting Line: Interobserver Variability And Comparison To Echocardiographic Left Atrial Size In Dogs With Degenerative Mitral Valve Disease. *Journal of Veterinary Internal Medicine*.
- Holloway, A., & McConnell, F. (2016). *Manual of Canine and Feline Radiography and Radiology: A Foundation Manual*. BSAVA.
- Jepsen-Grant, K., Pollard, R., & Johnson, L. (2012). Vertebral heart scores in eight dog breeds. *Veterinary Radiology & Ultrasound*.



- Kim, H.-T., Han, S.-M., Song, W.-J., Kim, B., Choi, M., Yoon, J., & Youn, H.-Y. (2017). Retrospective study of degenerative mitral valve disease in small-breed dogs: survival and prognostic variables. *J Vet Sci*.
- Kittleson, M. D. (2016). *The Merck Veterinary Manual*. Merck and Co. Obtenido de Merck Manual Veterinary Manual: www.merckvetmanual.com
- König, H. E., & Liebich, H.-G. (2011). *Anatomía de los Animales Domésticos* (2ª ed.). Editorial Médica Panamericana S.A.
- Lamb, C., Tyler, M., Boswood, A., Skelly, B., & Cain, M. (2000). Assessment of the value of the vertebral heart scale in the radiographic diagnosis of cardiac disease in dogs. *Veterinary Record*.
- Litster, A., & Buchanan, J. (2000). Vertebral scale system to measure heart size in radiographs of cats. *Scientific Reports*.
- Lord, P., Hansson, K., Carnabuci, C., Kvar, C., & Häggström, J. (2011). Radiographic Heart Size and Its Rate of Increase as Tests for Onset of Congestive Heart Failure in Cavalier King Charles Spaniels with Mitral Valve Regurgitation. *Journal of Veterinary Internal Medicine*.
- Luis Fuentes, V., Johnson, L., & Dennis, S. (2010). *Manual of canine and feline cardiorespiratory medicine*. BSAVA.
- Lynne Nelson, O. (2003). *Small animal cardiology*. Elsevier.
- Mauragis, D., & Berry, C. (2011). Small Animal Thoracic Radiography. *Today's Veterinary Practice*, 46.
- Morgan, J., Doval, J., & Samii, V. (2004). *Manual de Técnicas Radiograficas en el Perro* (1ª ed.). Ediciones S.
- Oyama, M. (2008). Cardiology, Manual of Canine and Feline. En L. Tilley, F. Smith Jr., M. Oyama, & M. Sleeper, *Cardiology, Manual of Canine and Feline*. Elsevier.
- Oyama, M. (2012). An everyday approach to canine degenerative mitral valve disease. *Today's Veterinary Practice*.
- Roa Ortiz, L. (9 de Octubre de 2012). *Casosvet.Estudiante*. Obtenido de Casosvet.Estudiante: <http://casosvet.blogspot.com/>
- Sánchez Salguero, X., Prandi, D., Llabrés-Díaz, F., Garcia Manzanilla, E., & Bussadori, C. (2018). A radiographic measurement of left atrial size in dogs. *Irish Veterinary Journal*.
- Santiago Martínez, J. (2016). Aproximación práctica al diagnóstico de enfermedad cardiaca.
- Schwarz, T., & Johnson, V. (2008). *Manual of canine and feline thoracic imaging*. BSAVA.
- Schwarz, T., & Johnson, V. (2013). *Manual de diagnostico por imagen del torax en pequeños animales*. EDICIONES S.
- Sleeper, M., & Buchanan, J. (2001). Vertebral scale system to measure heart size in growing puppies. *Journal of the American Veterinary Medical Association*.



- Smith, F., Tilley, L., Oyama, M., & Sleeper, M. (2015). *Cardiology, Manual of Canine and Feline*. Elsevier.
- Suter, P. (1984). *Thoracic Radiograph. A Text Atlas of Thoracic Diseases*. Switzerland: Wettswil.
- Thrall, D. (2018). *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. Elsevier.
- Thrall, D., & Robertson, I. (2015). *Atlas of Normal Radiographic Anatomy and Anatomic Variants in the Dog and Cat, 2nd Edition*. Elsevier.
- Ware, W. (2011). *Cardiovascular disease in small animal medicine*. Manson Publishing.
- Winyuchonharoen, W., Techangamsuwan, S., & Surachetpong, S. (2018). Detection of transforming growth factor beta 1 in normal dogs and dogs with degenerative mitral valve disease. *The Thai Journal of Veterinary Medicine*.